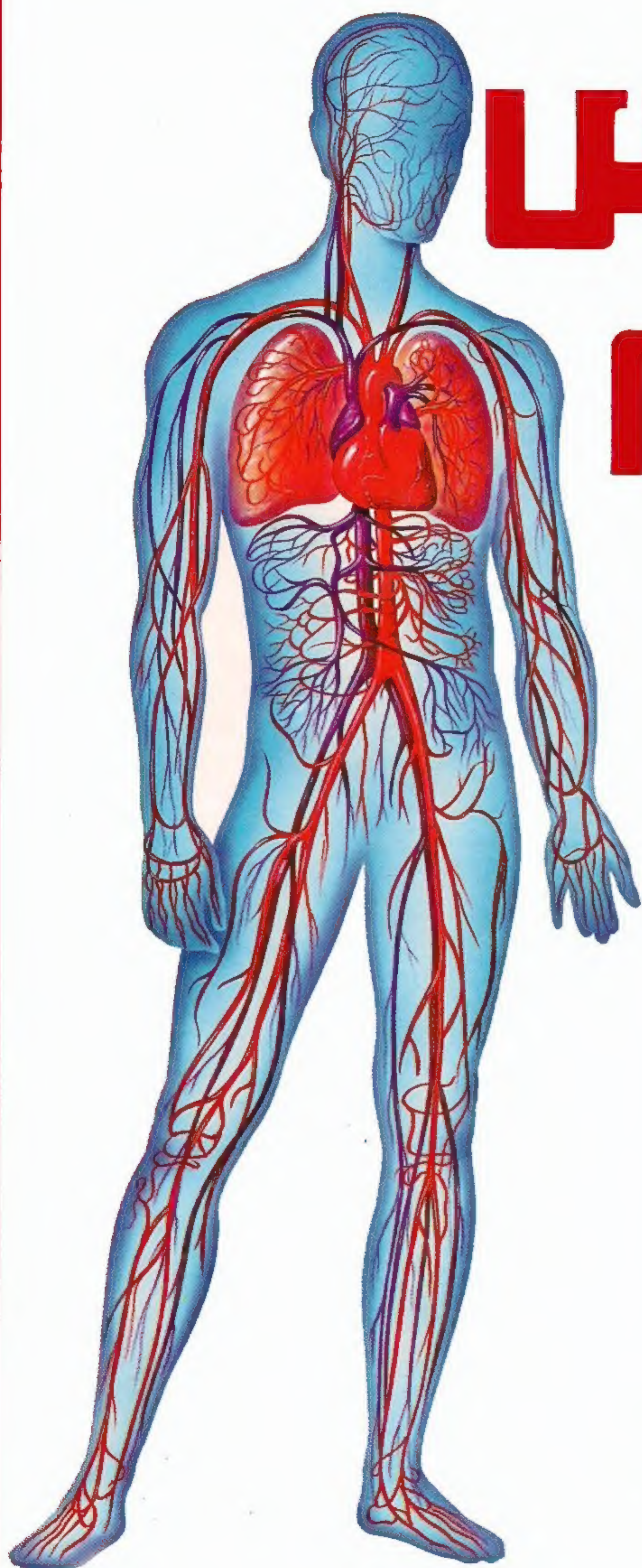


جسم الانسان

التنفس والدم



اكاديميا

Ashraf Omar Samour

Arabcommix



جسم الانسان

التنفس والدم

أكاديمية هي العلامة التجارية لأكاديمية إنترناشيونال للنشر والطباعة
أكاديمية إنترناشيونال هي الفرع العلمي من دار الكتاب العربي
ACADEMIA is the Trade Mark of Academia International
for Publishing and Printing

التنفس والدم La respiración y la sangre
حقوق الطبعة الأسبانية Ediciones Lema, 1997
حقوق الطبعة العربية © أكاديمية إنترناشيونال, 1998

أكاديمية إنترناشيونال Academia International
ص.ب 113-6669 P.O.Box
بيروت، لبنان Beirut, Lebanon
هاتف 800832-800811-862905 Tel
فاكس (009611)805478 Fax

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب، أو اختزال مادته بطريقة
الاسترجاع، أو نقله على أي نحو، وبأي طريقة، سواء كانت إلكترونية
أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك،
إلا بموافقة الناشر على ذلك كتابة ومقدما.

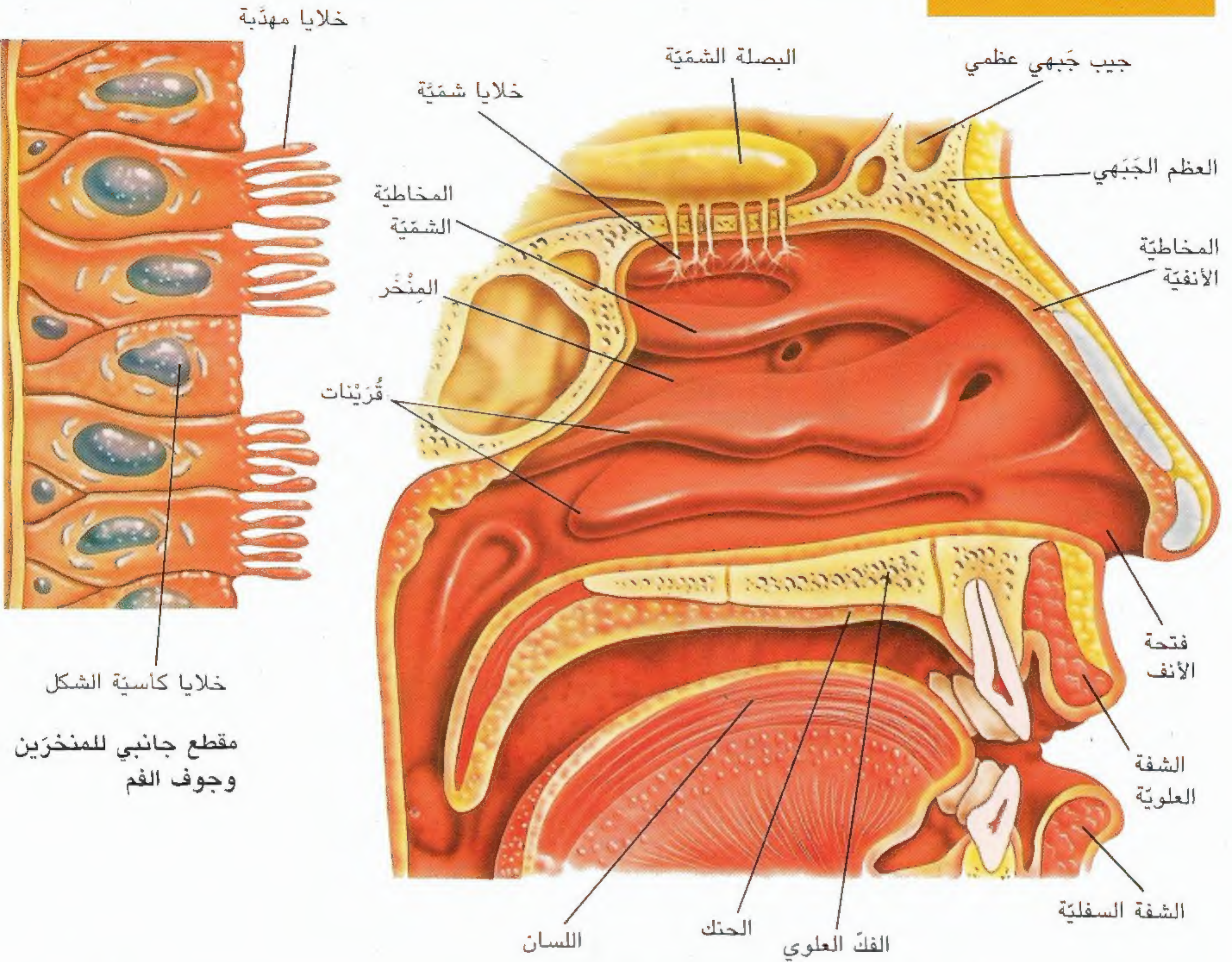
جسم الانسان

التنفس والدم



أكاديمية

بيروت - لبنان



مقطع الظهارة التي تشكّل المُخاطية الأنفية

هذين الجوفين، مشكلاً عددًا كبيرًا من الطيات والتجاويف والحدبات، التي تُعرف باسم القُرَيْنَات. ويغطي فتحتي المنخرين شعرٌ يرشُح وينقي الهواء الداخل إلى السُّبُل التنفسية. ويغطي القسم الأكبر من باطن المنخرين غشاء مخاطي يُعرف بالمخاطية الأنفية، يتألف من ظهارة مكوّنة من خلايا مهدبة يبرز بينها عددٌ من الخلايا المُفرزة للمخاط (الخلايا الكاسية الشكل).

يمتدُّ في الجزء العلوي من المنخرين غشاء مخاطي مختلف، يُعرف بالمخاطية الشمية، يحتوي على مستقبلات تلتقط الروائح.

يتألف الجهاز التنفسي من السُّبُل التنفسية (الأنف والفم والبلعوم والحنجرة والرغامى والقصبات) ومن الرئتين. وكما تعلم، يدخل الهواء الجسم عبر الأنف والفم، إلا أن عمل الفم يتصل خاصة بالأكل (لا سيما مضغه وترطيبه باللعاب). ومهما يكن الأمر فإن الفم أيضًا سبيل تنفسي يلعب دورًا جوهريًا في إصدار الصوت. يشكّل الأنف بُنية عظمية وغضروفية في وسط الوجه. وتظهر في الأنف فتحتان تؤديان إلى المنخرين اللذين تفصل بينهما صفيحة من العظم والمادة الغضروفية تسمى الوتيرة أو الحاجز الأنفي ويغطي الغضروف داخل كل من

ما وظيفتهما

(أ) مجرى الهواء

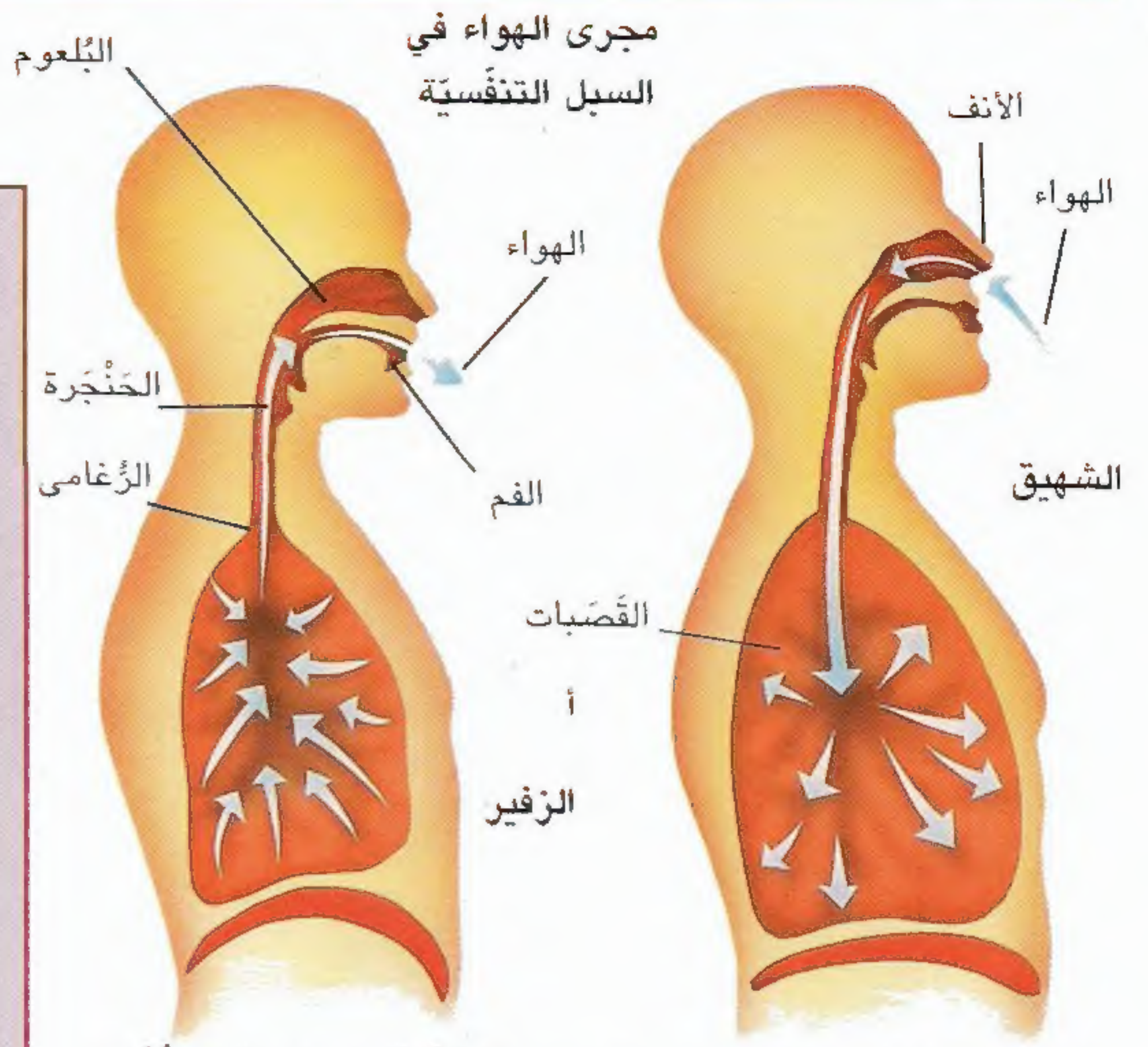
في كل شهيق، يدخل الهواء المحمّل بالأكسجين من الأنف أو الفم ثم يتابع طريقه عبر البلعوم والحنجرة والرغامى ويصل إلى الرئتين عبر القصبات والقصيبات. وفي كل زفير يتبع الهواء الطريق العكسي حتى يخرج من الجسم.

(ب) تسخين الهواء

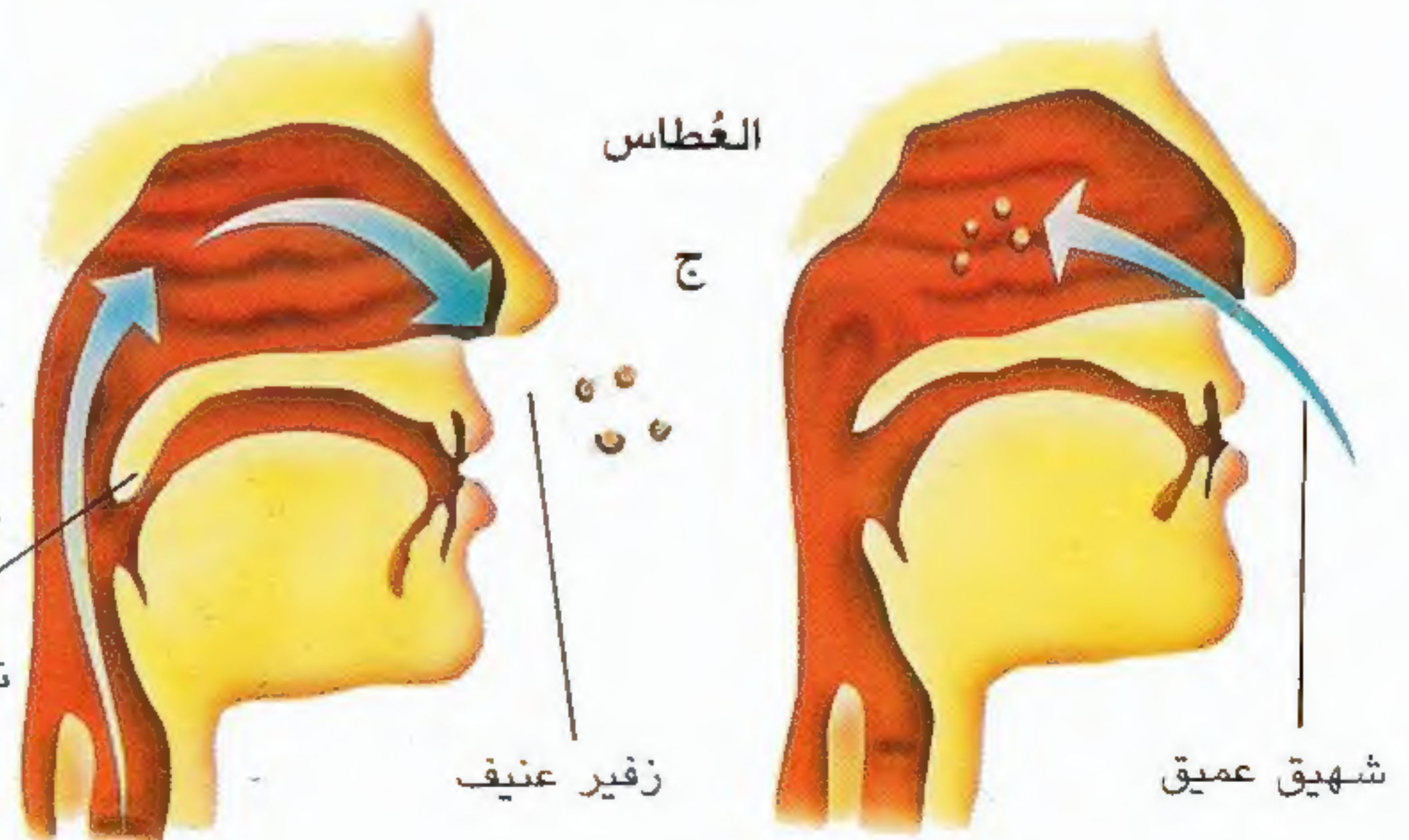
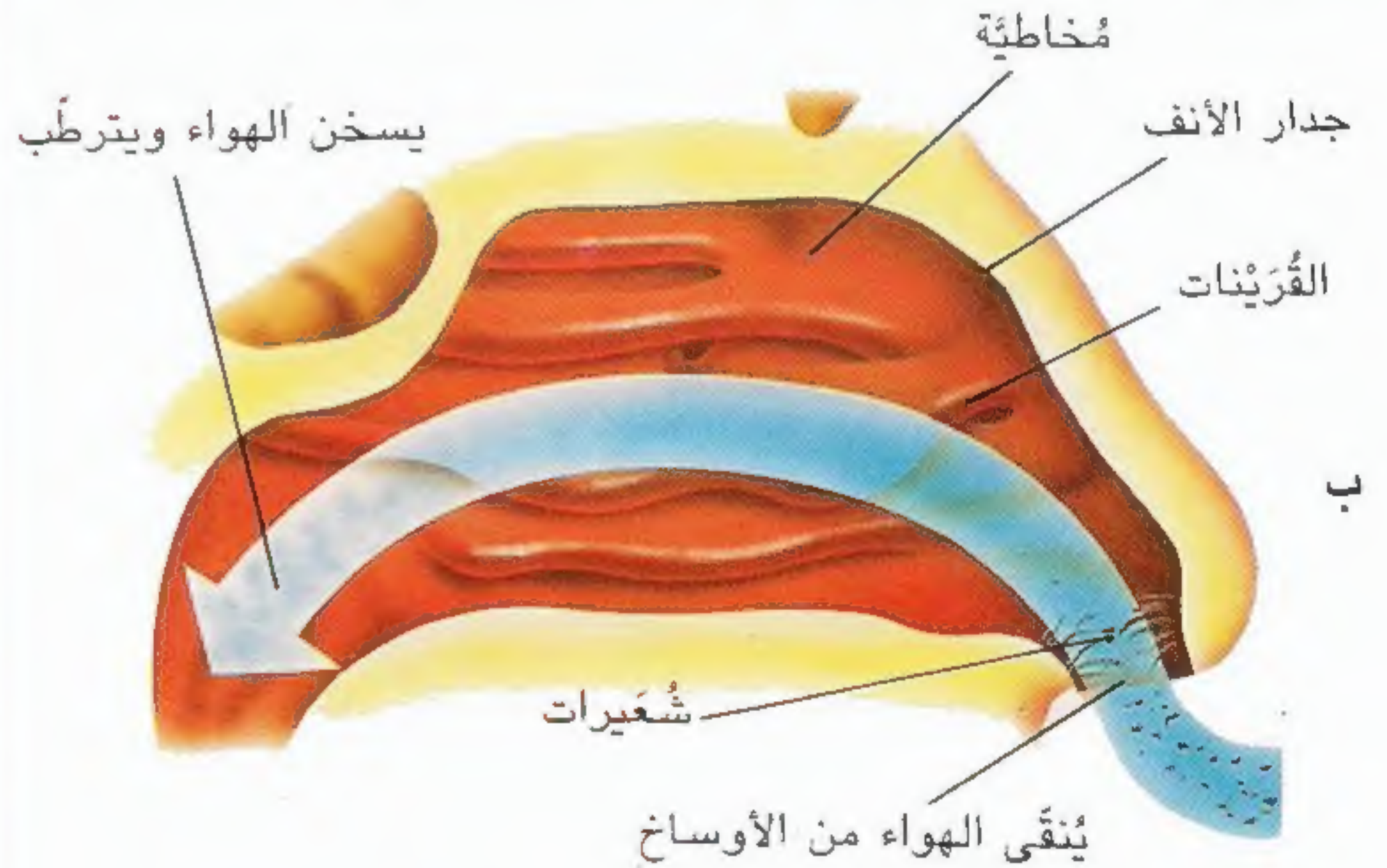
من الأفضل أن يدخل الهواء من الأنف، لأن المنخرين يحضّرائه بشكل يسمح لنا بتنفسه. في المرحلة الأولى، تنظف الشعيرات التي تغطي المخاطية، الهواء من الغبار والجراثيم، إذ ترشّح الهواء وتستبقى كل ما يجب منعه من المرور (بما في ذلك ملايين الكائنات المجهرية). في مرحلة ثانية، تسخن الأغشية المخاطية الهواء بفضل الأوعية الدموية التي ترونها وتحافظ على درجة الحرارة داخل الأنف. أخيراً، يربط السائل المخاطي الذي تفرّزه الأغشية المخاطية الهواء، لأن الهواء الشديد الجفاف قد يتسبب بتهيج السبل التنفسية. إضافة إلى ذلك، يوفر المخاط الذي يغطي الجذر الداخلية للمنخرين وقاية فعالة جداً ضد حالات العدوى. ويثجّه الهواء الرطب والساخن والنظيف، في نهاية الأمر، إلى الرئتين.

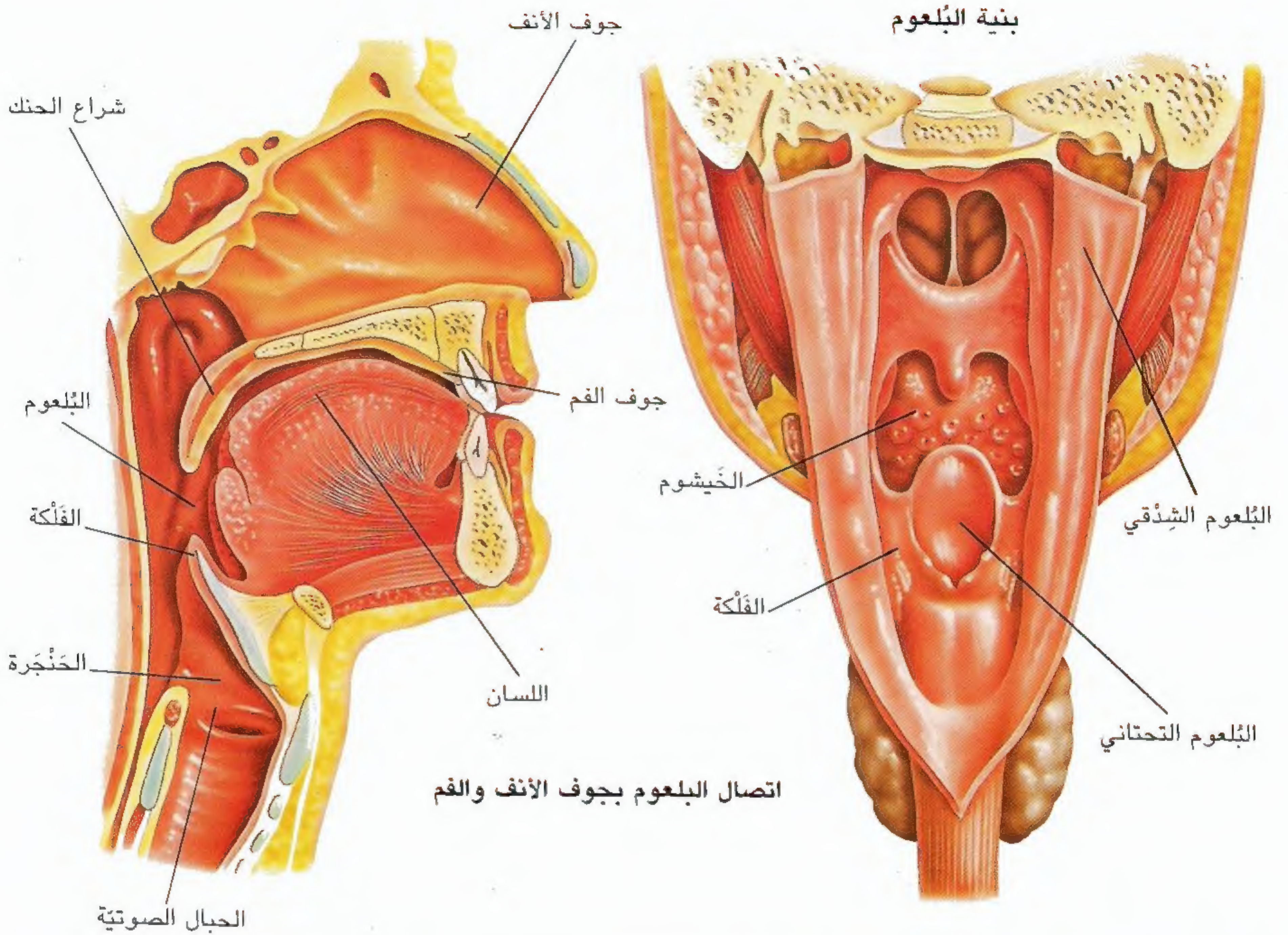
(ج) العطاس

العطاس فعل منعكس ينظف الأنف من الغبار والجسيمات المزعجة. يحدث العطاس عندما تهيج القذارة التي يحملها الهواء الطبقة المخاطية التي تبطن داخل المنخرين. عندما يعطس المرء، يحدث زفير قوي فيخرج الهواء بعنف من الأنف والفم وينظف المنخرين من الجسيمات المزعجة.



التغيرات التي يخضع لها الهواء المُستنشق داخل المنخرين





يفصلُ بينَ البلعومِ والحنجرةِ دسامٌ يُدعى الفلّكة، ويحول عند غلقه دون دخول الطعام السُّبُل التنفسية.

تقع اللوزتان، وهما عضوان صغيران بيضاويًا الشكل، في قاع الفم على جانبي الرقبة. وتتكوّن اللوزتان من نسيجٍ لمفيٍّ يحتوي على عددٍ كبيرٍ من الكريات البيض، التي تتولّى محاربة العدوى الناتجة عن الفيروسات والجراثيم التي تدخل من الفم.

البلعومُ قناةٌ طولها 12 إلى 14 سنتيمترًا، تنزل من المنخرين وتمرّ وراء جوف الفم قبل أن تتصل بالحنجرة والرغامى. وللبلعوم شكلٌ مميزٌ جدًا، إذ يتسع تدريجيًا في اتجاه الرغامى.

ويتصلّ البلعومُ أيضًا ببُنيتين تُعرفان بالنفيرين، تصلان الأذن الوسطى بجوف الفم وتعادلان الضغط على جانبي الطبلة.

يُعرف الجزء العلوي من البلعوم بالخيشوم، ويتصل بالمنخرين. من جهةٍ أخرى، يشكّل البلعومُ الشدقي قاع جوف الفم في المنطقة عبرها الطعام.

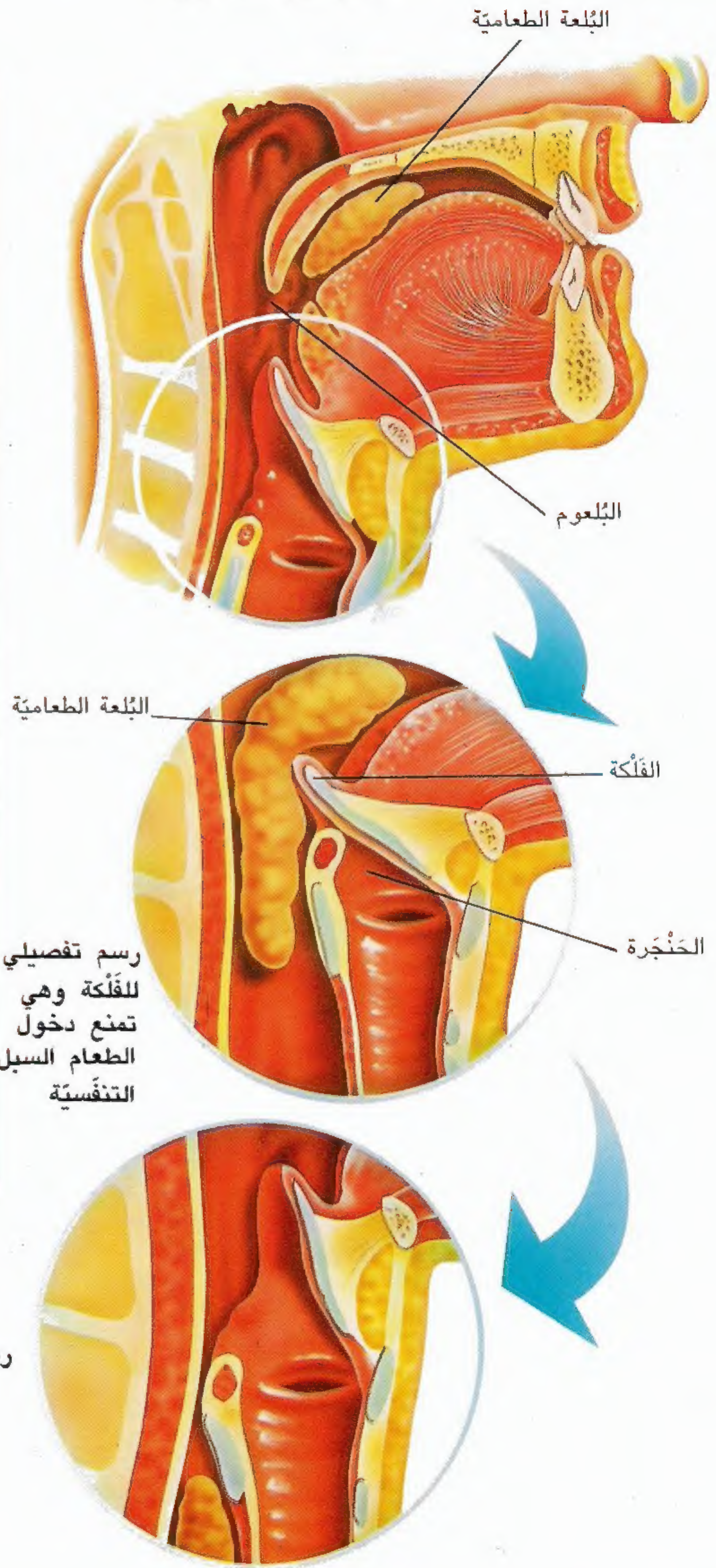
يشكّل البلعوم والحنجرة جزءاً من السبيل التنفسي والهضمي. فكيف يتم ذلك؟ يمرّ الطعام عبر البلعوم في طريقه إلى المعدة، لكن من الضروري أيضاً أن يمرّ الهواء باتجاه الرئتين: إنه تقاطع هام جداً لعمل الجسم بشكل سليم. ولكن... ما الذي يتحكّم في مرور الهواء والطعام في الاتجاه الصحيح؟ تقع هذه المسؤولية على عاتق رِسام صغير يُعرف بالفَلَكَة يُغلق، لحظة بلع الطعام، الممرّ المؤدّي إلى الحنجرة لإجبار الطعام على التوجّه إلى المريء.

لكي تصل بلعة الطعام إلى السبيل الهضمي، يجب أن تمرّ أولاً بسرعة عبر منطقة البلعوم. في هذه اللحظة الوجيزة، تتوقّف عملية التنفّس! ولكي لا يدخل الطعام السبيل التنفسي، يتحرّك البلعوم إلى الأعلى والأمام ويلتصق بقاعدة اللسان، ما يجعل الفلّكة تسدّ الممرّ لأنها واقعة فوق البلعوم. إضافة إلى ذلك، تنقلّ عضلات الحبال الصوتية وتغلّق المزمار، فيما تدفع عضلات جذر البلعوم بلعة الطعام باتجاه المريء.

يبدو ذلك صعباً، أليس كذلك؟ عندما تطرأ مشاكل في عمل هذا التقاطع، تمرّ بعض جسيمات الطعام في السبيل التنفسي، ما يجعلنا نغصّ ونسعل.

رسم تفصيلي
للفلّكة وهي
تمنع دخول
الطعام السبيل
التنفسي

رسم تفصيلي لمرور البلعة الطعامية إلى المريء



وضعيّات الحبال الصوتيّة

الحبال الصوتيّة

منظر خلفي للحنجرة

الفَلَكَة

العظم اللامي



الغضروف الحلقى

الغشاء الحَلَقِيّ الدَّرَقِيّ

منظر أمامي للحنجرة

الغضروف الحَلَقِيّ

الرُّغامى

حلقات غضروفية

الغضروف الطَّرْجَهاليّ

المزمار مفتوح

المزمار مُغْلَق

الحبال الصوتيّة

تتألف الحبال الصوتيّة المعروفة من شقّتين من النسيج العضليّ يغطيهما غشاء مخاطيّ. وتتكون هاتان الشقّتان من عضلات صغيرة ومرنة تقع على جانبي المزمار ولكي نتمكّن من الكلام، تعمل 10 أو 12 عضلة في الحنجرة بشكل متناسق لتحريك الصفائح الغضروفية بطرق مختلفة في سبيل تقريب الحبال الصوتيّة بعضها إلى بعض بدرجات مختلفة: عندئذ، يُجبرّ الهواء المَرْفُورُ على المرور عبر الفتحة الضيقة من الحبال الصوتيّة، فتهتز وتصدر أصواتاً. وعندما تكون الحبال الصوتيّة متباعدة، يخرج الهواء بحريّة دون إصدار أي صوت أثناء الزفير.

تشكّل الحنجرة نفقاً من الصفائح الغضروفية المنحنية. وهي عضو أجوف معقّد على شكل علبة أو مخروط مقلوب، يقع بين البلعوم والرغامى. وتتكوّن الحنجرة من تسعة غضاريف ومن العديد من العضلات الصغيرة، ويبلغ طولها 3 أو 4 سنتيمترات تقريباً.

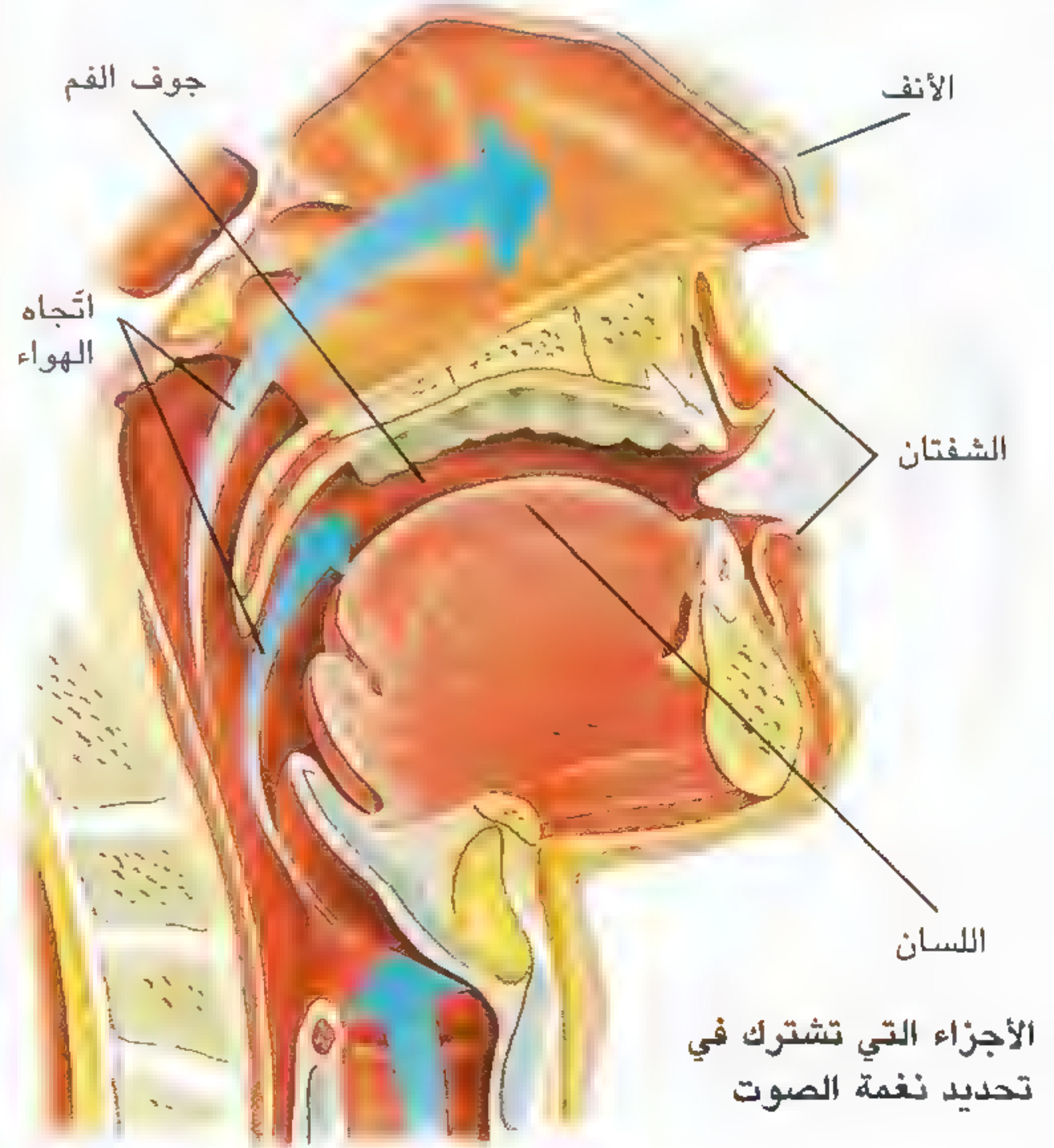
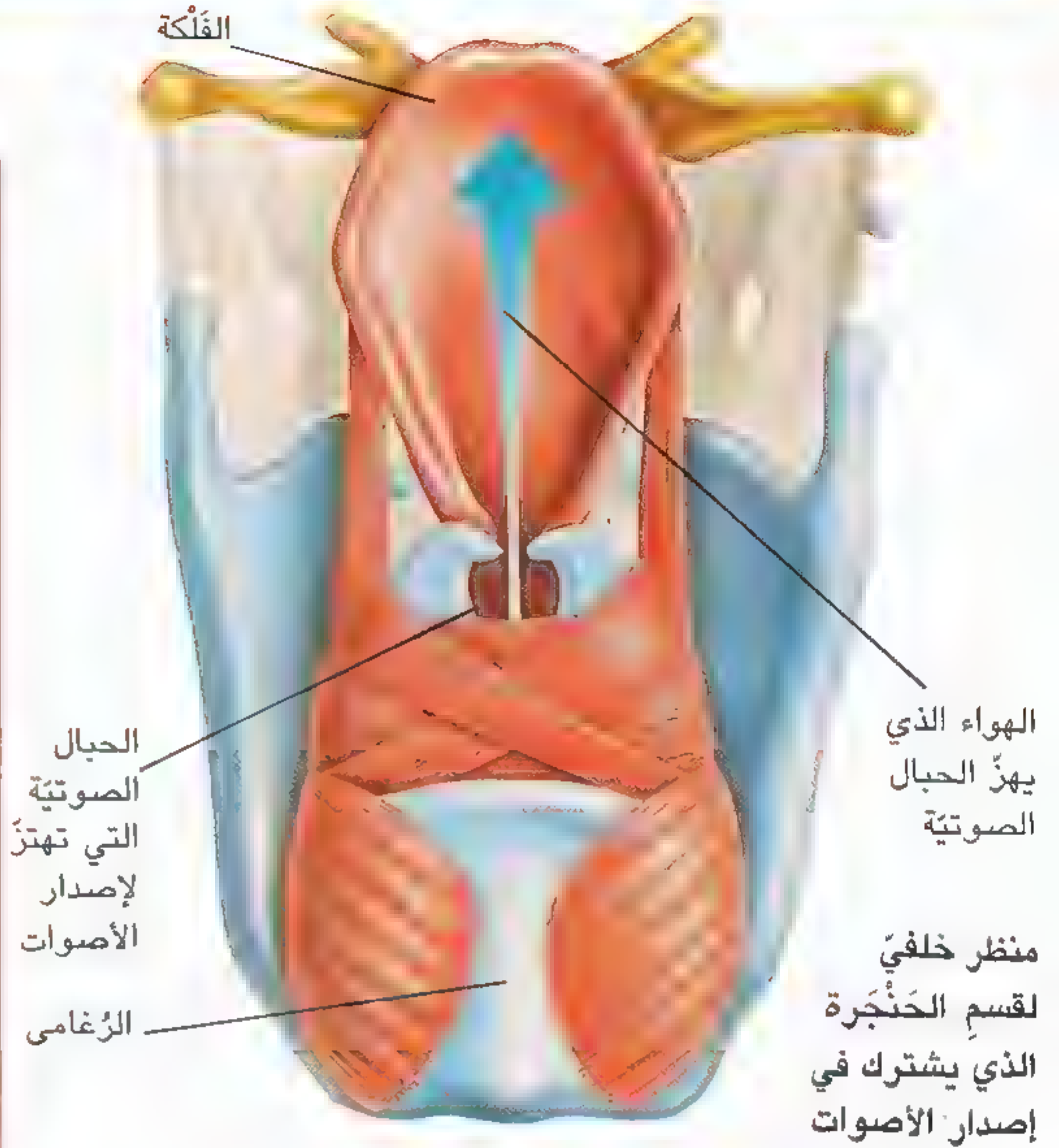
تقع الفَلَكَة في الجزء العلويّ من الحنجرة، وتتولى مهمّة منع دخول الطعام السبيل التنفسيّة. وتكوّن الفَلَكَة عادةً مفتوحة تماماً ليتمكن المرء من التنفس بشكل مريح، وهي لا تغلق إلا عند بلع الطعام.

ما وظيفتها

يشترك الفم والشفَتان واللسان والأسنان في إصدار الصوت، إذ أنها تلفظ الأصوات التي تصدرها الحبال الصوتية. وينشأ الصوت في الحنجرة، عندما يهز الهواء العضلات الصغيرة المعروفة بالحبال الصوتية، والتي يقع بينها المزمار (وهو الفتحة الصغيرة التي يمرُّ عبرها الهواء). ويمكن أيضاً لبعض البنى أن تتحرَّك لتعديل تيار الهواء الخارج من الرئتين. عندما يخرج الهواء من الرئتين، يمرُّ عبر الحنجرة ويوتر الحبال الصوتية، التي تتقارب وتخفض قطر المزمار؛ فتتهتز الحبال عند ذلك وتصدر الصوت. يتحول الصوت الذي تُصدره الأعضاء المرناة (الأنف والفم) إلى كلمات مختلفة بفضل أعضاء اللفظ (اللسان والشفَتان والأسنان). ويصدر الرجال صوتاً أكثر انخفاضاً وعمقاً من صوت النساء، وذلك لأن الحبال الصوتية عند الرجال أطول منها عند النساء (20 إلى 50 مم عند الرجال و 15 إلى 20 مم عند النساء والأطفال)، ولأنها تكون أكثر ابتعاداً بعضها عن بعض.

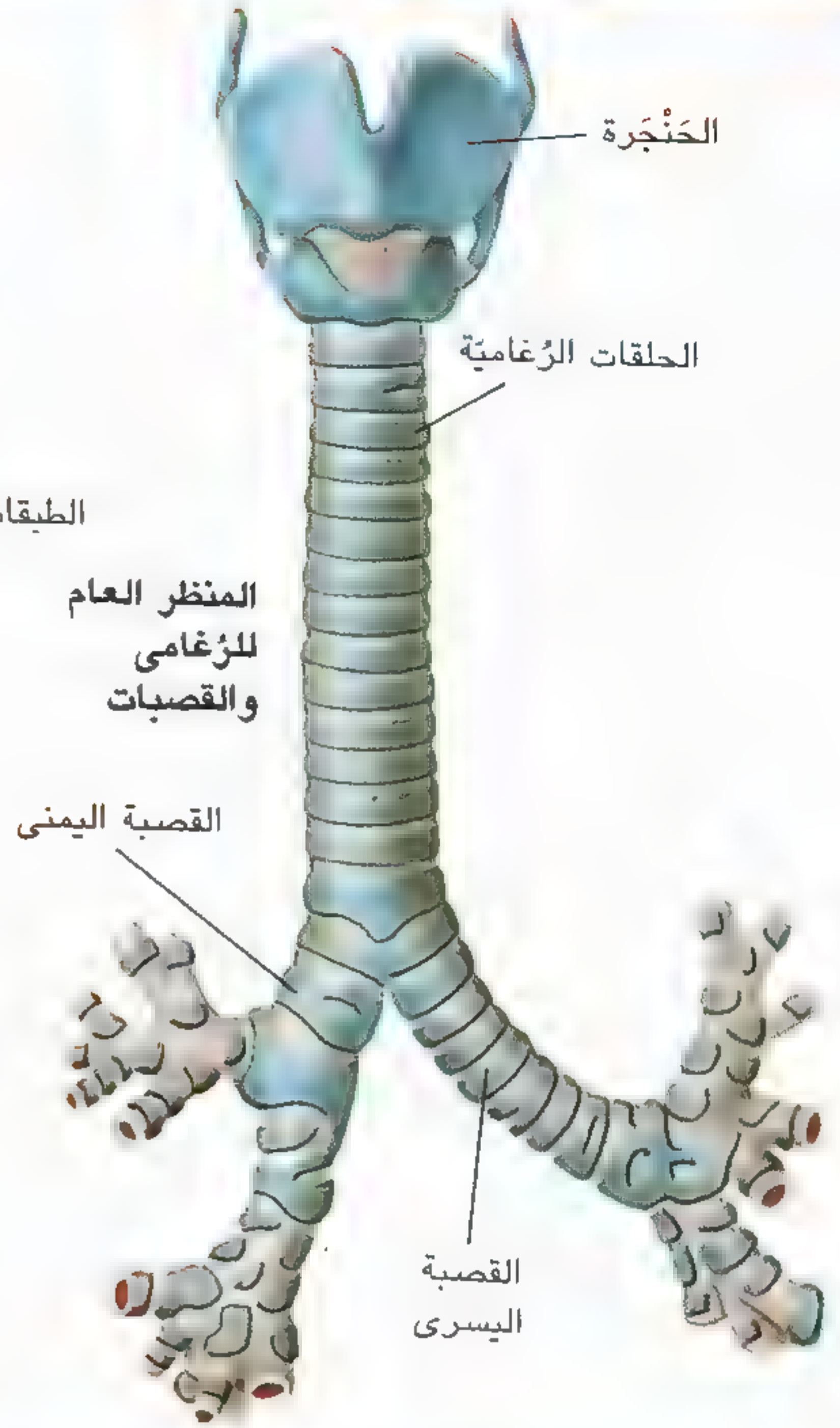
الصوت

تتوقف طبقة الصوت وقوته وجرسه، وغيرها من الخصائص التي تميز صوت كلِّ منا، على الكثير من العوامل المختلفة شكل الأنف، واللسان، والأسنان، والشفَتين، والحنك، والوجنتين، والحنجرة، والبلعوم، إلخ. لذلك، فإنَّ الأصوات تختلف باختلاف الأشخاص، ما يجعلنا قادرين على التمييز بين أصوات الأشخاص الذين نعرفهم، حتَّى عبر الهاتف.





مقطع في الرغامى (بُنْيَة الجُذْر)



المنظر العام
للرغامى
والقصبات

العكس تمامًا أثناء الزفير. ويحمل الجدار الداخلي للرغامى عددًا كبيرًا من الخلايا المفرزة للمخاط، إضافةً إلى خلايا خاصة أخرى مزودة بشعيرات صغيرة، أو أهداب، تساعد في طرد الجسيمات التي تدخل الرغامى أثناء الشهيق. وتقوم أيضًا غضاريف الرغامى بحركات تموجية تساهم في طرد الجسيمات الغريبة من السبل التنفسية. تنقسم الرغامى في جزئها السفلي إلى فرعين، هما القصبتيان الرئيسيتان اللتان تتوجّه كل واحدة منهما إلى إحدى الرئتين. وتنقسم القصبتيان داخل كل رئة إلى عدد كبير من الفروع، تشكّل الشجرة القصبيّة.

الرغامى أنبوب يبلغ طوله 10-15 سنتيمترًا تقريبًا ويقع أمام المريء. تتمتع الرغامى بقدر وافٍ من الصلابة والمقاومة، بفضل الحلقات الغضروفية التي تحيط بها. تتخذ هذه الحلقات شكل U ويطنّها من الداخل غشاء مخاطي. لا تغلق الحلقات بالكامل تحسبًا لدخول جسم غريب في الرغامى يسد مجرى الهواء. لذلك، لا يحمل الجزء الخلفي من الرغامى أي نسيج غضروفي، بل يتكوّن من ألياف عضلية ملساء تستطيع تغيير قطر الرغامى. وتتميز الغضاريف التي تولّف الرغامى بمرونتها وبحركتها الدائمة: فهي، مثلاً، تزداد وطولاً عرضاً أثناء الشهيق، بينما يحدث

ما وظيفتها

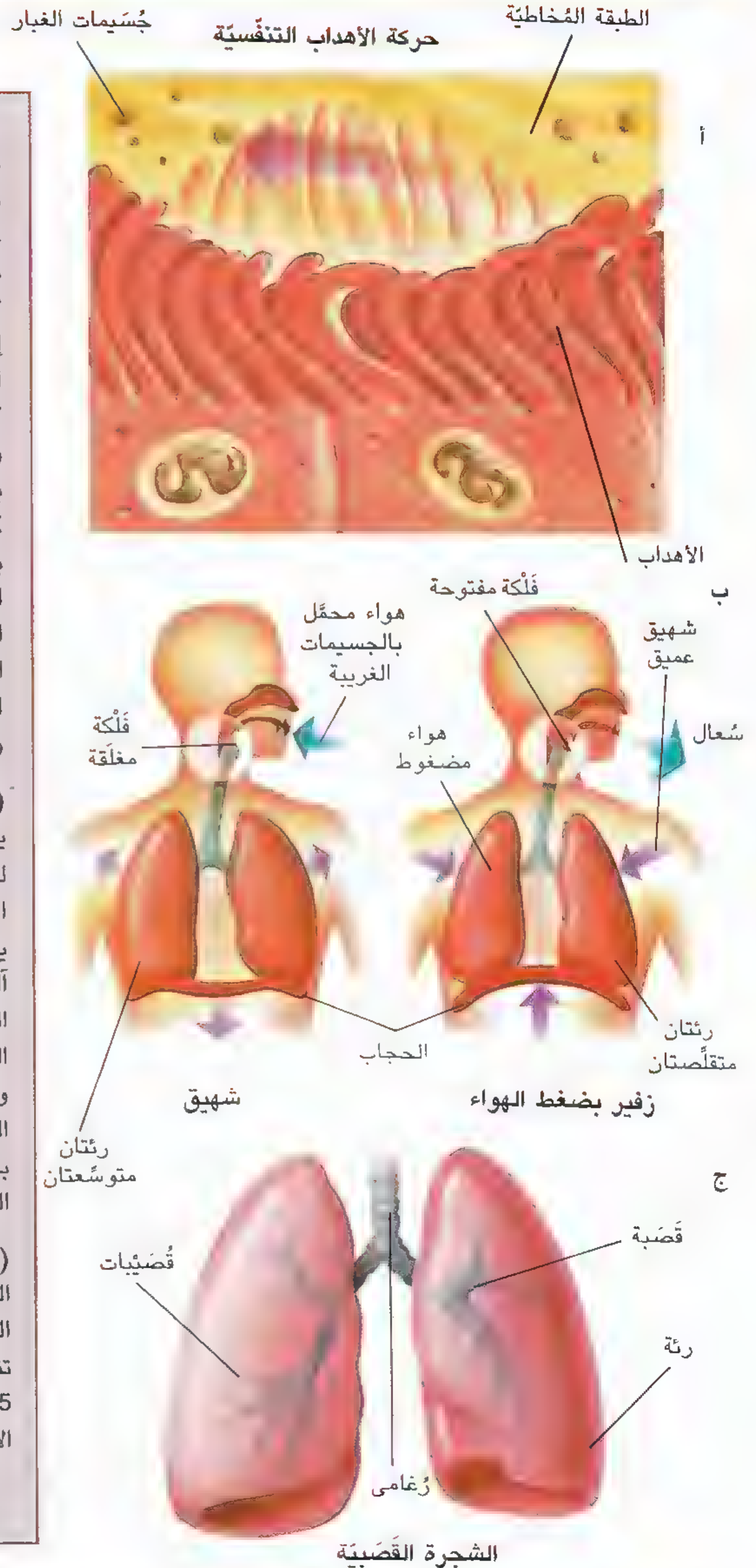
(أ) يُكَيَّفُ الهواءُ المستنشَقُ في السُّبُلِ التنفُّسيَّةِ قبلَ أن يصلَ إلى الرئتين: أي أَنَّهُ يُسَخَّنُ ويُرَشَّحُ وَيُرَطَّبُ. كما يأخذُ الهواءُ أثناءَ رحلته جزءًا من الماء الموجود في المُخاط الذي يغطِّي السُّبُلَ التنفُّسيَّةَ العلوية: بهذه الطريقة، لا يَجفُّ الهواءُ السُّبُلَ التنفُّسيَّةَ السفلية. إضافةً إلى ذلك، يسخنُ الهواءُ بفعلِ تماسِّه مع المُخاطية، التي تبقى درجةً حرارتها ثابتةً عند 37° مئويةً بسبب الأوعية الدموية التي تغذيها. وترشِّحُ المخاطيةُ التنفُّسيَّةُ جُسيمات الغبار بفضلِ المُخاط الذي يغطيها والذي يلتقطُ قسمًا كبيرًا من هذه الجُسيمات. يتحرَّكُ هذا المُخاطُ بصورةً دائمةً باتجاهِ البلعوم، دافعًا جُسيمات الغبار بفضل الحركة التموجية للأهداب المهترئة التي تحملها الخلايا الظهارية في الغشاء المُخاطي للرغامى. ومن البلعوم، تُقذفُ الجُسيماتُ إلى الخارجِ عن طريقِ العطاسِ والسعال.

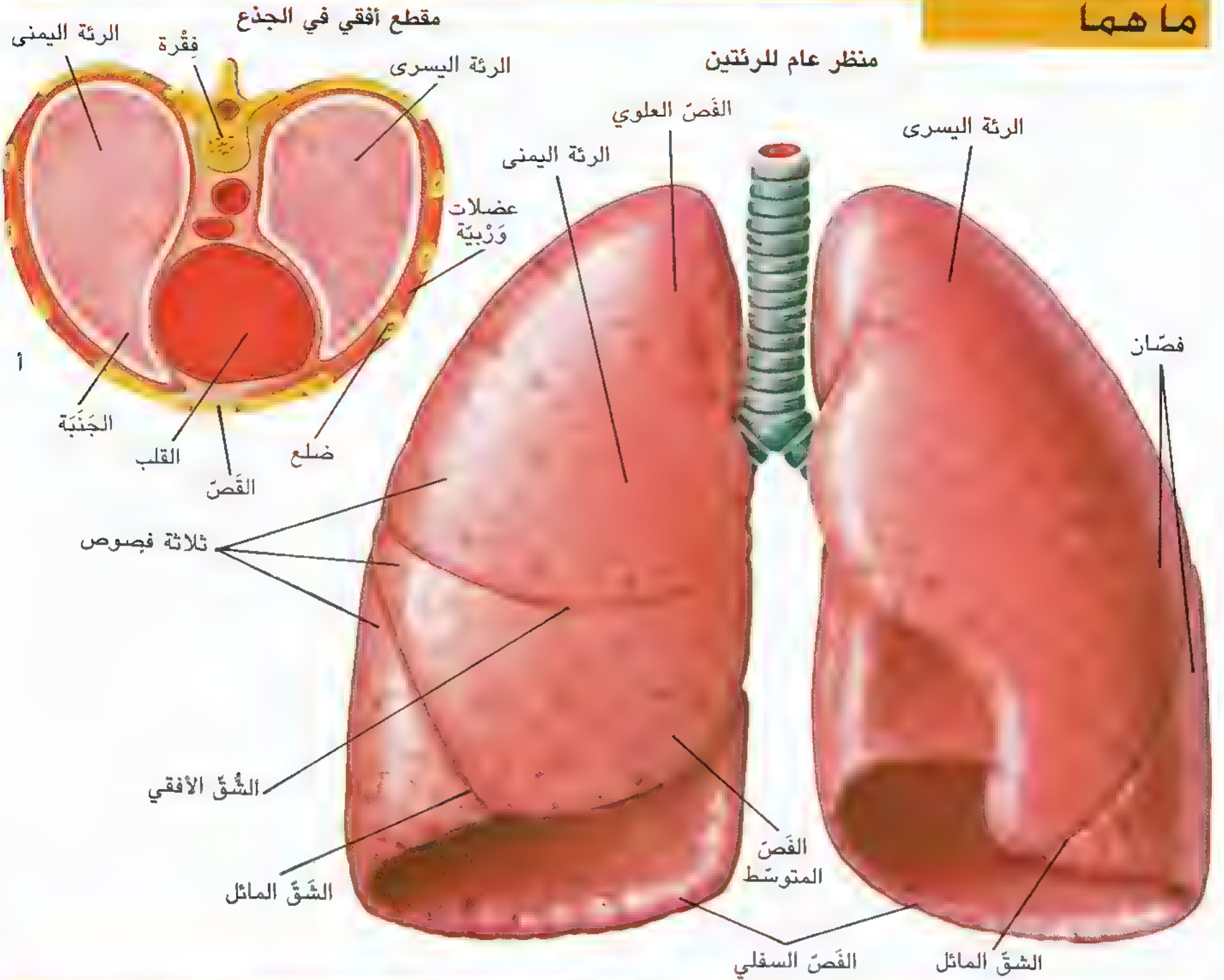
(ب) السَّعالُ

يشكِّلُ السَّعالُ إحدى أغربِ الآلياتِ الدفاعية للجسم. والسَّعالُ فعلٌ منعكسٌ مُهمُّتهُ إبقاءُ السُّبُلِ التنفُّسيَّةِ خاليةً من الأقدار. وعندما يحملُ الهواءُ الذي نتنشقُه جُسيمات غريبة، تبدأ آلية السَّعال: يحدثُ أولاً شهيقٌ عميقٌ يملأُ الرئتينِ بالهواءِ ثمَّ تغلقُ الفلَّكةُ. ويتعرَّضُ الهواءُ الموجودُ في الرئتينِ لضغطٍ مرتفع، وعندما يفتحُ المزمارُ فجأةً، يندفعُ الهواءُ إلى الخارجِ بسرعةٍ كبيرة (أكثر من 100 كم بالساعة) حاملاً معه الجُسيمات التي دخلت السُّبُلَ التنفُّسيَّة.

(ج) الشجرة القصبية

الشجرة القصبية بنيةٌ معقَّدةٌ من النُبيبات الهوائية المتفرعة على شكلِ شجرةٍ مقلوبة: تنقسمُ الرغامى إلى قصبتيْن تتفرعانِ بدورهما 15 إلى 20 مرَّةً لتشكيلِ آلافِ القُصبيَّات الانتهائية الأدنى من الشعرة!





تنتهي القُصَبَاتُ، التي يتناقصُ قطرُها تدريجيًّا، في أكياسٍ صغيرة تُعرفُ بالأسناخِ الرئويَّة. وقد أدَّى وجودُ هذه الأسناخِ إلى جعلِ النسيجِ الداخليِّ للرئتينِ أسفنجيًّا القوامِ. تأخذُ كَرَيَاتُ الدَّمِ الحمرُ الأكسجينَ الضروريَّ للجسمِ من الهواءِ المستنشَقِ الموجودِ في هذه الأسناخِ. تحتوي رئتا الإنسانِ البالغِ على نحوِ خمسةٍ لتراتٍ من الهواءِ، لكننا لا نَشْهَقُ ونزفِرُ دائِمًا كلَّ هذه الكميَّة: أثناءَ الراحةِ، لا يدخلُ أو يخرجُ في كلِّ حركةٍ تنفَسٍ أكثرُ من نصفِ لترٍ من الهواءِ، في حين يدخلُ ويخرجُ حوالي اللترين من الهواءِ أثناءَ ممارسةِ الرياضةِ البدنيةِ. ولا يتجدَّدُ هواءُ الرئتينِ بأكمله أبدًا!

الرئتانِ كتلتانِ مَرِنَتانِ إسفنجيتانِ تتقلَّصانِ وتتوسَّعانِ وفقًا للحركاتِ الناتجةِ عن عملِ عضلاتِ القفصِ الصدريِّ. تتمتَّعُ الرئتانِ، مثلَ القلبِ، بحمايةٍ داخلِ القفصِ الصدريِّ، بفضلِ العمودِ الفقريِّ والأضلاعِ والقصِّ، والرئةِ اليُسرى أطولُ من الرئةِ اليمنى بقليلٍ لكنَّها أصغرُ منها. وتنقسمُ الرئةُ اليمنى إلى ثلاثةِ فصوصٍ بينما تنقسمُ اليسرى إلى قَصَينِ فقط. تنقسمُ كلُّ رئةٍ إلى أجزاءٍ مختلفةٍ أو فُصُوصٍ، تحدِّدها شقوقٌ في النسيجِ الرئويِّ: في الرئةِ اليمنى قَصٌّ ثالثٌ ناتجٌ عن وجودِ الشَّقِّ الأفقيِّ؛ من جهةٍ أخرى، تتميزُ الجهةُ الأماميةُ للرئةِ اليسرى بانخسافٍ ناتجٍ عن وجودِ القلبِ.

ما وظيفتهما

(أ) يغطي كل رئة غشاء مرن يُعرف بالجَنَبَة، يحمي الرئتين من الاحتكاك بالأضلاع وعظام القفص الصدري الأخرى أثناء الحركات التنفسية. وتتألف كل جَنَبَة من غشاء مزدوج على شكل كيس مكون من جدارين: يغطي الجزء الداخلي للرئتين، فيما يغطي الجزء الخارجي داخل جوف البطن والجِجاب. ويمتلئ الحيز بين الجَنَبَتين بسائل يسهل انزلاق الجنبَة على الأخرى دون حدوث أي احتكاك.

(ب) حركات الجِجاب

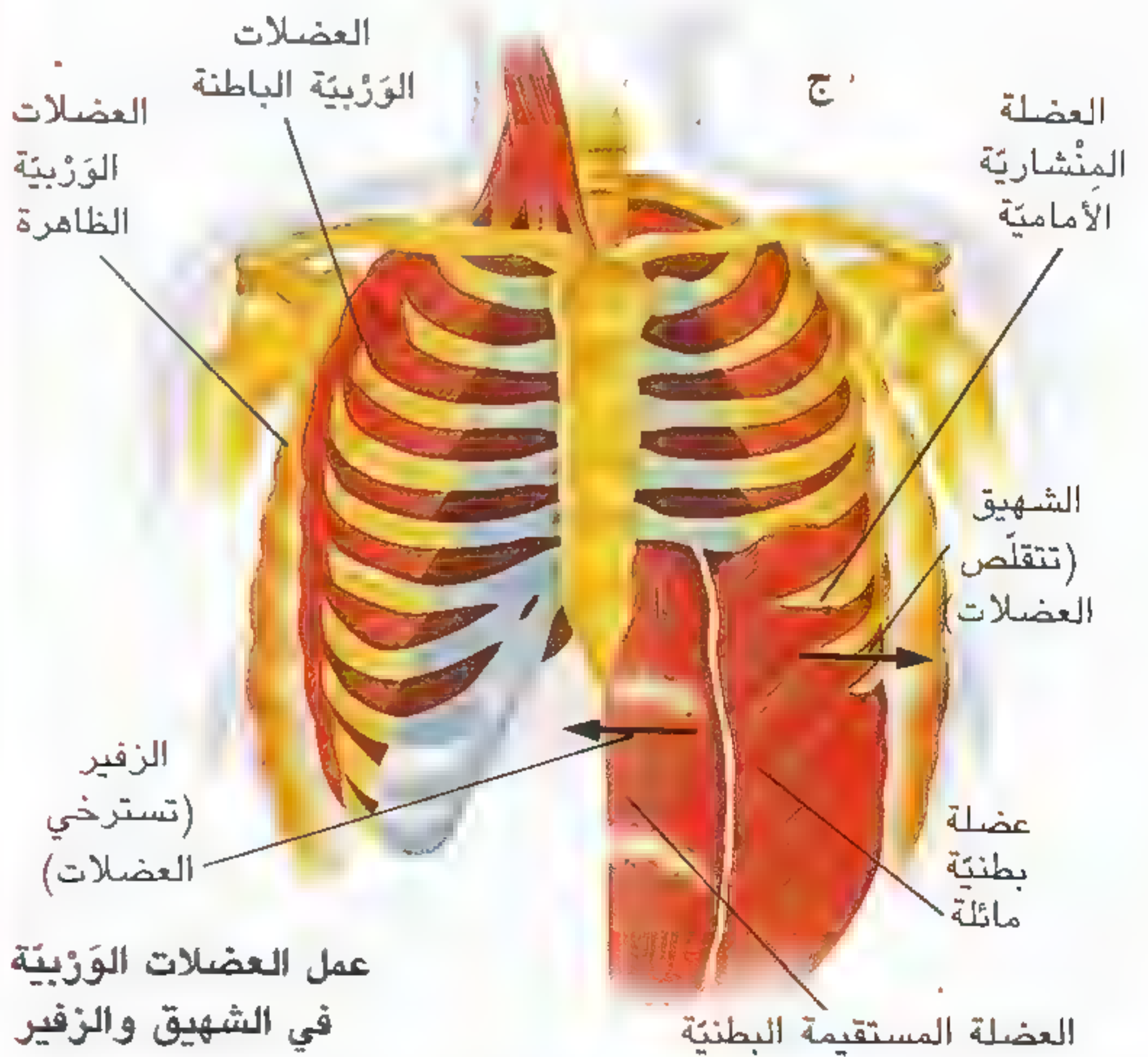
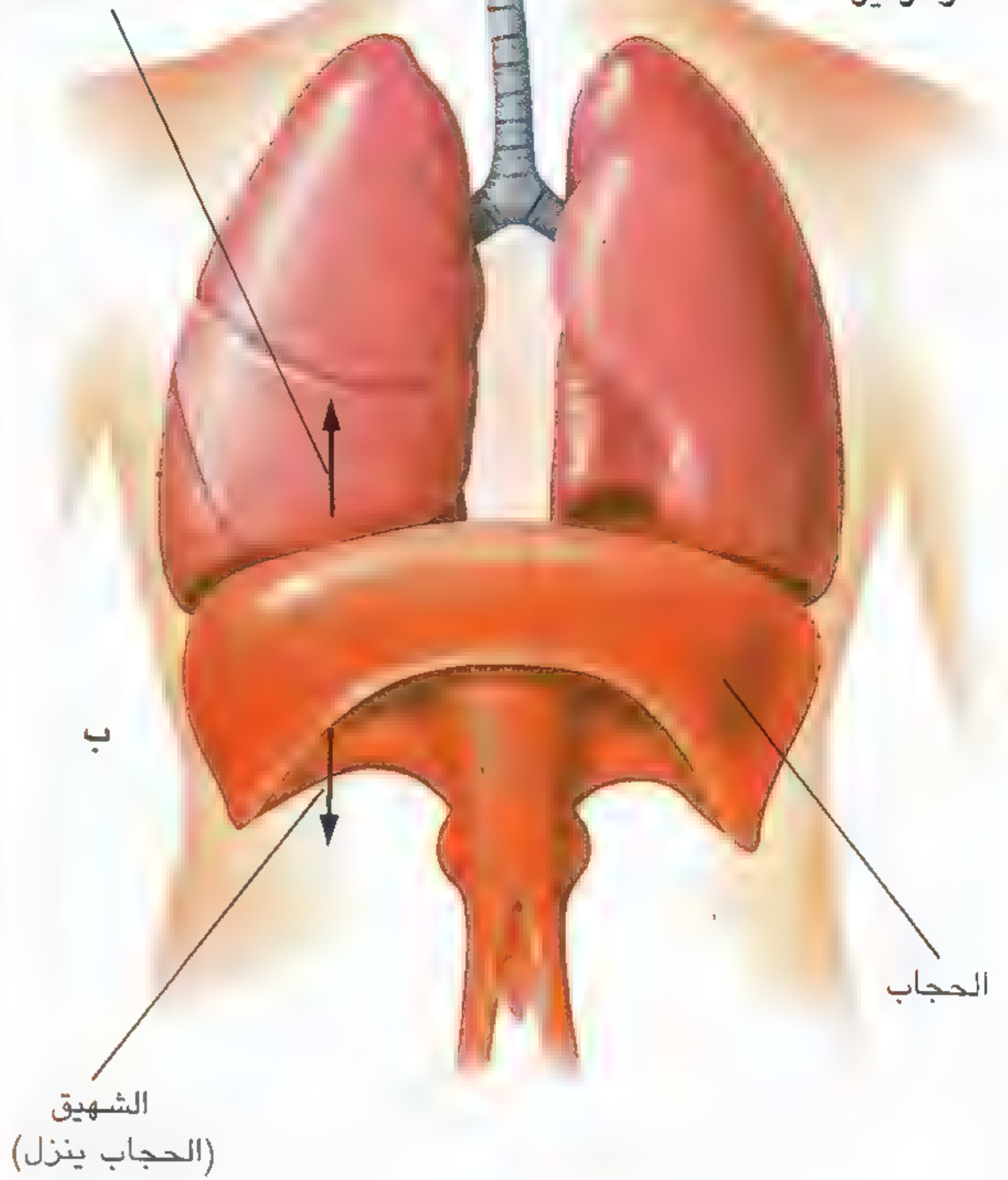
يقع الجِجاب بين القفص الصدري وجوف البطن. وهو عضلة على شكل صفيحة مقوّسة تشترك في الشهيق والزفير. أثناء الشهيق، يتقلص الجِجاب وينزل، فيزيد من الحجم الصدري (الحيز الحرّ للرئتين في الصدر) وتتوسع الرئتان لامتلاء بالهواء. بعد ذلك، يتمدد الجِجاب أثناء الزفير، فيضغط على الأضلاع والرئتين، ما يؤدي إلى طرد الهواء من الرئتين.

(ج) تدخل في عملية التنفس مجموعتان من العضلات بشكل أساسي: العضلات الوربية والجِجاب.

أثناء الشهيق، تتقلص العضلات الوربية وترفع الأضلاع، ويتقلص أيضاً الجِجاب. وأثناء الزفير، تسترخي العضلات الوربية والجِجاب لطرد الهواء إنها عملية شبه منفصلة، إذ يسترخي المجموع العضلي عند نهاية الشهيق، ما يؤدي إلى تراجع الرئتين والقفص الصدري بشكل كافٍ لطرد الهواء من الرئتين. أما في الزفير القسري فنستعمل العضلات الوربية الباطنة (التي تدفع الأضلاع إلى الأعلى) والعضلات البطنية (التي تدفع الجِجاب إلى الأعلى).

الزفير (يضغط الجِجاب الرئتين)

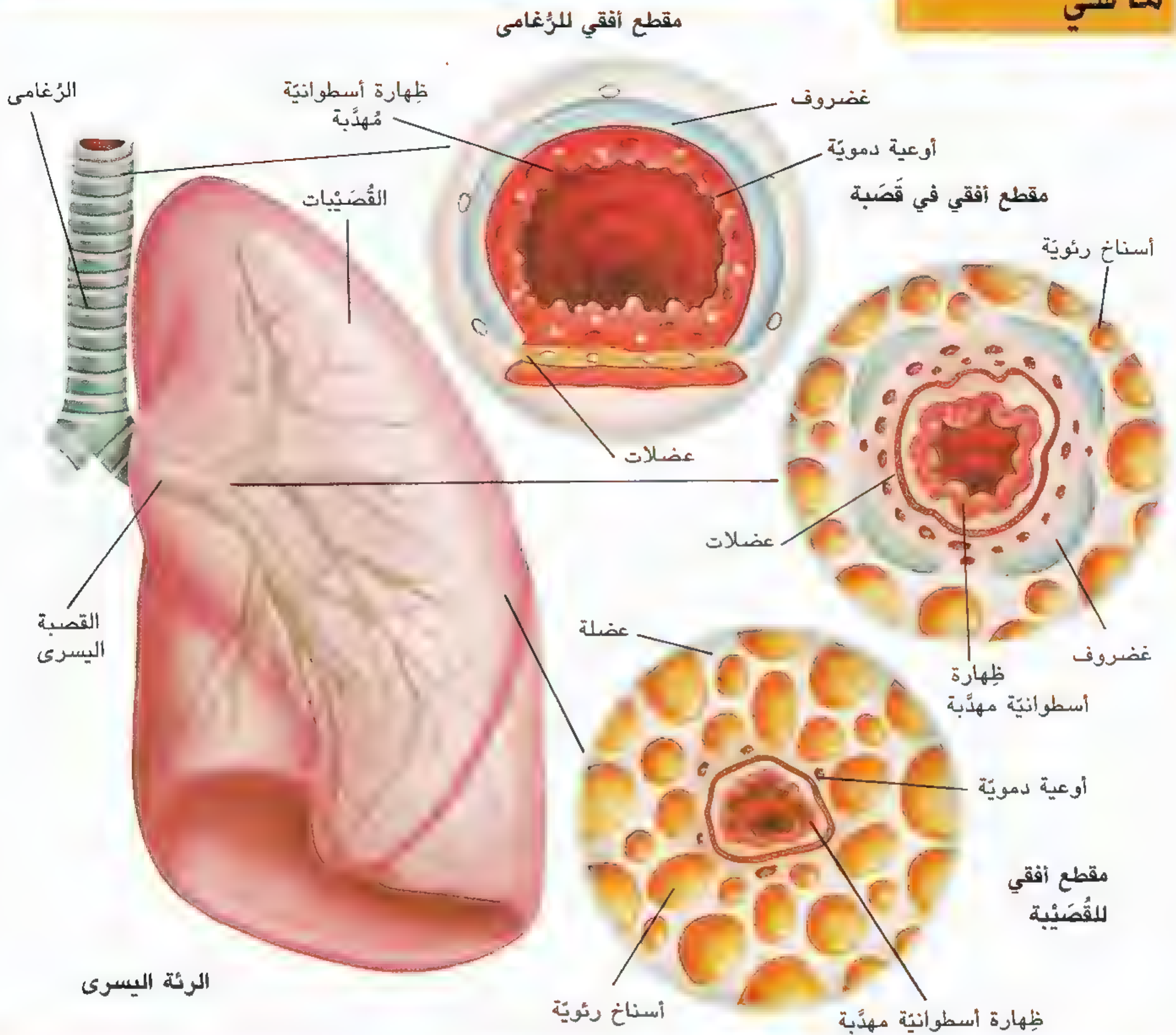
عمل الجِجاب في الشهيق والزفير



عمل العضلات الوربية في الشهيق والزفير

القصبيات والأسناخ والتبادل الغازي

ما هي



لكنَّ عددها يتضاءل شيئاً فشيئاً مع اقترابها من الأسناخ، التي تغطيها خلايا عادية. والأسناخ الرئوية أكياس صغيرة يجري فيها التبادل الغازي مع الكريات الحمر. وتتجمع هذه الأسناخ في كتل عنقودية الشكل في أطراف القُصَبَات، وتحيط بكل سنخ كُبيبة معقدة من الشُعيرات الدموية الدقيقة. تحتوي كل رئة على نحو 300 مليون سنخ رئوي، تجري بينها شُعيرات دموية ذات جُدُرٍ بالغة الرقة تتألف من خلايا بطانية؛ ذلك ما يجعل المسافة الفاصلة بين الهواء والدم أصغر بـ 2000 ضعف من المليمتر الواحد!

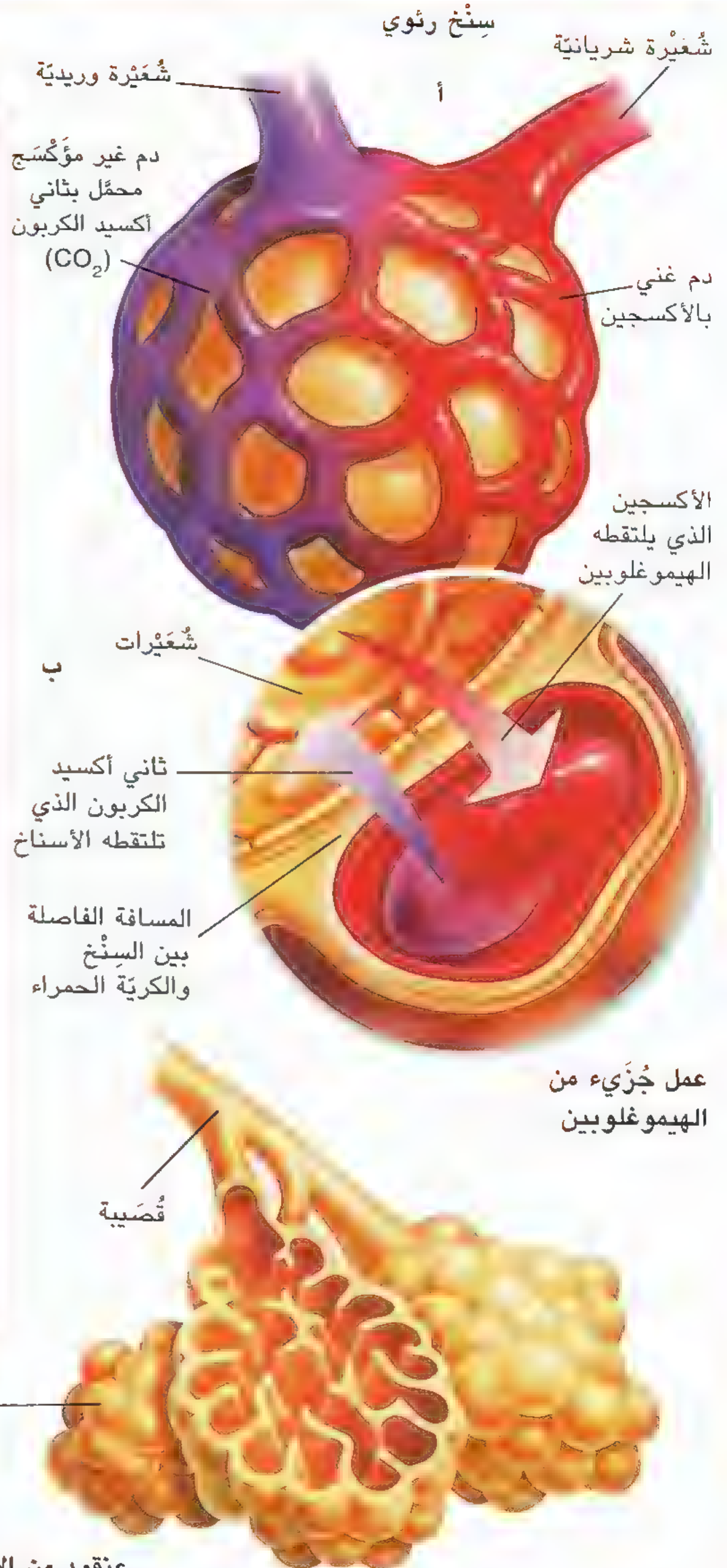
تتفرع القصبتيان الرئيسيتان داخل قصوص كل رئة من الرئتين: تنقسم قصبَةُ الرئة اليسرى إلى قصبَتين قَصَبَتَيْن، وتتفرع قصبَةُ الرئة اليمنى إلى ثلاث قصبَات قَصَبِيَّةٍ يتجه كلُّ منها إلى أحد الفصوص الثلاثة. وتستمر القصبَات بعد ذلك في التفرع والامتداد داخل الرئتين حتى تتحوّل إلى قُنَيَاتٍ دقيقة جداً لا يتجاوز قطرها المليمتر الواحد تُعرف بالقُصَبِيَّات. وتصبُّ هذه القُصَبِيَّات في الأسناخ العديدة التي تولّف النسيج الرئوي. تستمر الخلايا المهدبة بتغطية الجُدُر الداخليّة للقُصَبِيَّات،

ما وظيفتها

(أ) لماذا نحتاج إلى التنفس؟ تستعمل الخلايا أكسجين الهواء الذي نستنشقه كوقود لحرق الطعام والحصول على الطاقة اللازمة لعملها. لكن هذا الاحتراق يُنتج أيضاً غاز ثاني أكسيد الكربون، وهو قُضالة يمكن أن تكون سامة للجسم. لذلك، فإنّ الدم يأخذ هذا الغاز من الخلايا وينقله في الأوردة إلى الأسناخ، حيث يُطرَد إلى الخارج عن طريق الزفير. أثناء الشهيق، تَكون كمية الأكسجين في الهواء الداخل إلى الرئتين أكبر بكثير من كمية الأكسجين في الشُعيرات، فتتميل الغازات بالتالي إلى معادلة تركيزاتها في جهتي الجدار السَنخِيّ: يعبر الأكسجين إلى الدم بينما يعبر ثاني أكسيد الكربون من الشُعيرات إلى الأسناخ ليُطرَد بعد ذلك إلى الخارج.

(ب) يتوزع الأكسجين في قنوات تضيق تدريجياً وتقوده في نهاية الأمر إلى الأسناخ الرئويّة. من ثَم، تأخذ الكريات الحمر الأكسجين وتنقله إلى جميع خلايا الجسم. وتحتوي الكريات الحمر على بروتين، يُعرف بالهيموغلوبين، يلتقط الأكسجين من الهواء الداخل بفعل الشهيق ويحمله إلى خلايا الجسم.

تقوم الكريات الحمر بجهود كبيرة لتفتح ممراً لها عبر الشُعيرات التي تحيط بالأسناخ. ويكون هواء السَنخ في تلك اللحظة على بعد أقل من 0.000016 سنتيمتراً عن الكُرية الحمراء، ما يسمح بأجراء تبادل للغازات بسرعة كبيرة.



عنقود من الأسناخ الرئويّة



مقطع لشعيرة دموية

فحص الدم بالمجهر نجد أنه مكون من سائل يُعرف باسم البلازما تسبح فيه أنواع مختلفة من الخلايا أو الكريات. يتألف الدم بنسبة 50% من البلازما التي تتألف بدورها من الماء بنسبة 90%. ولهذا السبب، يشكل الدم وسيلة نقل جيدة، كما أنه فعال في امتصاص الحرارة. وتحتوي البلازما أيضًا على مواد أخرى مثل البروتين والسكر والمعادن والأملاح والهرمونات وغيرها.

تنقسم الخلايا الدموية الأكثر أهمية إلى ثلاثة أنواع: الكريات الحمراء والكريات البيضاء والصفيحات.

يشكل الجهاز الدوراني شبكة تتألف أساسًا من القلب والأوعية الدموية. يمر بالقلب ما بين أربعة وستة لترات من الدم أكثر من 1000 مرة في اليوم. ولكن، ما هو الدم؟ الدم سائل أحمر لزج، يجري في شبكة الشرايين والأوردة والشعيرات ويمر في جميع أنحاء الجسم. يؤدي الدم وظيفتين هامتين جدًا: ينقل الأكسجين والمواد المغذية إلى جميع خلايا الجسم، لكنه يأخذ أيضًا فضلات الخلايا، لتطرح بعد ذلك خارج الجسم عبر الكليتين والسبيل الهضمي والجلد والرئتين.

يحتوي جسم الإنسان البالغ على نحو خمسة لترات من الدم، يضحها القلب بلا كلل. عند

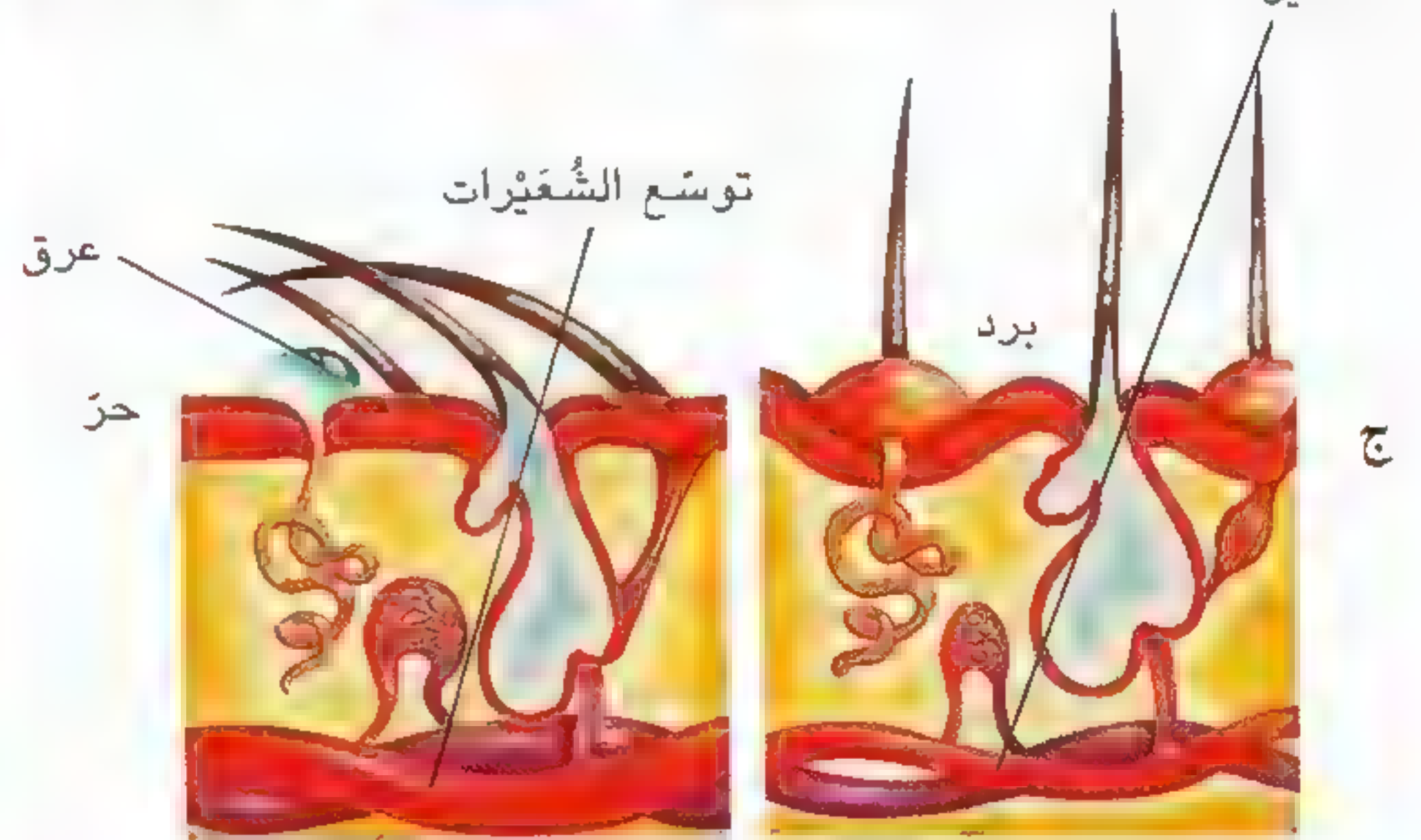
(أ) تَخَثُّرُ الدَّمِ
يتخثّرُ الدَّمُ نتيجةَ عملِ الصّفِيحاتِ، ويوجد
200000 إلى 350000 صّفِيحةٍ في كلِّ مليمتراً
مكعّبٍ من الدَّمِ، وهي صغيرةٌ جدّاً ومسطّحةٌ
وعديمةُ النواة. وتتكوّنُ الصّفِيحاتُ في نقيّ
(لبّ) العظمِ انطلاقاً من خلايا كبيرةٍ جدّاً،
تُعرفُ بالنّوّاتِ (جمع، نَوَاء)، تنفصلُ عن
السيّتوبلازما الخاصّة بها أجزاءً صغيرةً
تتحوّلُ إلى صّفِيحاتٍ.

يشمّلُ التَخَثُّرُ عدّةَ عمليّاتٍ مختلفةٍ. ففي الأوعيةِ
الدمويّةِ الدقيقَةِ، مثلاً، قد تكونُ عمليةُ تضيقِ
الأوعيةِ (ب) كافيةً لإغلاقِ الجرح. لكن عندما
يطلّ الجرحُ أوعيةً دمويّةً متوسّطةَ الحجمِ،
تتراكمُ الصّفِيحاتُ، كما لو أنّها أحجارٌ بناءً،
حتّى تسدّ الفتحةَ.

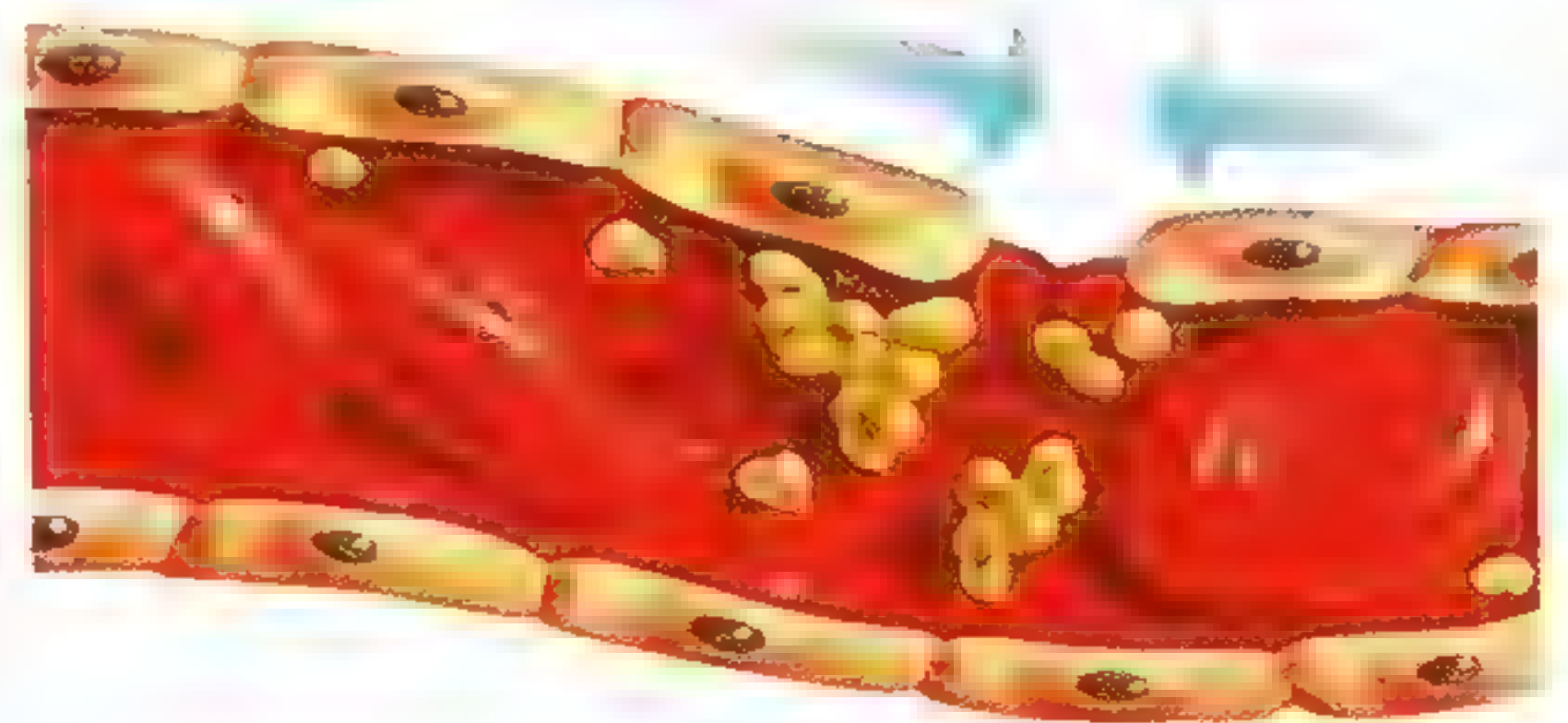
وعندما يكونُ الجرحُ كبيراً جدّاً، فإن
الصّفِيحاتِ تشكّلُ بنيةَ دعمٍ تعملُ كالمِلاطِ الذي
يلصقُ أحجارَ الحائطِ بعضها ببعض: إنّها مادةُ
الفبرين التي تكوّنُ شبكةً، تُعرفُ بالجلطة،
تُسجّنُ في داخلها كرياتُ الدَّمِ الحمراء فتكوّنُ
سدادةً تحوّلُ دونَ خروجِ الدَّمِ.

عندما تنقطعُ شُعيرةٌ متوسّطةُ الحجمِ، تهرعُ
الصّفِيحاتُ بأقصى سرعةٍ ممكنةٍ لتشكيلِ شبكةٍ
الفبرين وغلقِ الجرح؛ تلتصقُ الصّفِيحاتُ
الأقربُ إلى الجرحِ بحافتيّ الجرحِ وتطلقُ موادّ
تجذبُ صّفِيحاتٍ أخرى إلى الحافتيّين. تحتجزُ
شبكةُ الفبرينِ مكوّناتِ الدَّمِ، وتشكّلُ جلطةً تعملُ
كالسّدادةِ، فتحوّلُ دونَ خروجِ الدَّمِ من الفتحةِ.

(ج) عندما يكونُ الطقسُ بارداً، تنقلّصُ الأوعيةُ
الدمويّةُ لمنعِ تبدّدِ الحرارة؛ بالمقابل، تتوسّعُ
الشُعيراتُ بفعلِ الحرارة لتسهيلِ ابتعادِ الجسمِ.



تفاعل الأوعية الدموية
مع البرد والحرّ



تضيّق الأوعية
(يضيقُ الوعاءُ الدموي المصاب)

الكريات الحمر والكريات البيض

ما هي

خليتان أم

تكوّن كرية حمراء

كرية حمراء



تتولّى الكريات البيض أمر الدفاع عن الجسم ضدّ هجوم الجراثيم والفيروسات وغيرها من الكائنات المجهرية الغازية. والكريات البيض خلايا عديمة النواة أكبر حجمًا من الكريات الحمر ولكن أقلّ عددًا منها: هناك فقط 5000 إلى 10000 كرية بيضاء في كلّ مليمتري مكعب من الدم. وتنقسم الكريات البيض إلى صنفين: المُحَبَّبة واللامُحَبَّبة. وهناك ثلاثة أنواع مختلفة من الكريات البيض المُحَبَّبة: العدلات (وهي الأكثرُ فعاليةً في الدفاع ضدّ العدوى وتشكّل 60-70% من مجمل الكريات البيض) والخمضات والقعدات. من جهة أخرى، لا نجد سوى نوعين من اللامُحَبَّبات: اللِّمفاويات والوحيدات. تتكوّن اللِّمفاويات في نقي العظم ثمّ تنتقل إلى العقدة اللمفية، وهي تشكّل 20-30% من العدد الإجماليّ للكريات البيض.

الكريات الحمر خلايا عديمة النواة قرصية الشكل، تعمل على نقل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون. تشكّل الكريات الحمر 45% من حجم الدّم الإجماليّ (هناك أربعة أو خمسة ملايين كرية حمراء في كلّ مليمتري مكعب من الدم)، ويحملها دفق الدّم في الأوعية إلى جميع أنحاء الجسم. وتُعزى قدرة الكريات الحمر على نقل الأكسجين إلى احتوائها على جزيءٍ مميز جدًا هو الهيموغلوبين، أي الصّباغ الذي يعطي الدّم لونه الأحمر المعروف. تعيش الكرية الحمراء حوالي 120 يومًا، وتتكوّن في النقي الأحمر للعظام الطويلة. تنتج الكريات الحمر بشكلٍ متواصلٍ، إذ يُتلف في الطحال حوالي مليوني كرية حمراء هرمة في الثانية الواحدة، ومن الضروري استبدالها بأسرع ما يمكن.

ما وظيفتها

(أ) خلافاً للكرياتِ الحمراء، تستطيعُ الكرياتُ البيضُ التحركَ بنفسِها بواسطة أرجلٍ كاذبة، كما تستطيعُ الخروجَ من الأوعية للتوجّه إلى المناطق التي تشهدُ غزواً جرثومياً معادياً. تسبحُ الكرياتُ البيضُ عادةً في بلازما الدم حتى تكتشفَ وجودَ جرثومةٍ أو جسمٍ غريبٍ. عندئذٍ، تتوجّهُ الكريةُ البيضاءُ بسرعةٍ إلى العاملِ المهاجمِ وتحيطُ به لتُدخله في سيتوبلازمها. أخيراً، تبدأُ الكريةُ البيضاءُ بهضمِ العاملِ الغازي عن طريقِ البلعمة. لكنَّ حياةَ الكرياتِ البيضِ في الدمِ قصيرةٌ جداً، فهي لا تعيشُ أكثرَ من بضعةِ أيامٍ. وعندما تموتُ الكرياتُ البيضُ أثناءَ محاربتها الجراثيمِ الغازية، يتشكّلُ القيحُ، الذي يتكوّنُ من كرياتٍ بيضٍ ميتةٍ وجراثيمٍ ميتةٍ وحيّةٍ وبقايا خلويةٍ سابحةٍ في اللِّفَفِ.

(ب) يبيّنُ الرسمُ كيفَ تلتقطُ كريةٌ بيضاءُ كريةً حمراءَ هرمةً. وتقومُ الكريةُ البيضاءُ بعدَ ذلكَ بابتلاعها وهضمها؛ ويُسحبُ الكثيرُ من الكرياتِ الحمراء من «الخدمة» بهذه الطريقة.

(ج) عندما يُصابُ الجسمُ بعدوى أو التهابٍ، كالتهابِ الزائدة مثلاً، يزدادُ عددُ الكرياتِ البيضِ كردّاً فعلٍ دفاعيٍّ وتصبحُ بالتالي أكثرَ استعداداً لمواجهةِ العدوى. لذلك، تتوزّعُ في الجسمِ أعضاءٌ مختلفةٌ قادرةٌ على صنعِ الكرياتِ البيضِ.

كرية حمراء هرمة



كرية بيضاء تبتلع كرية حمراء

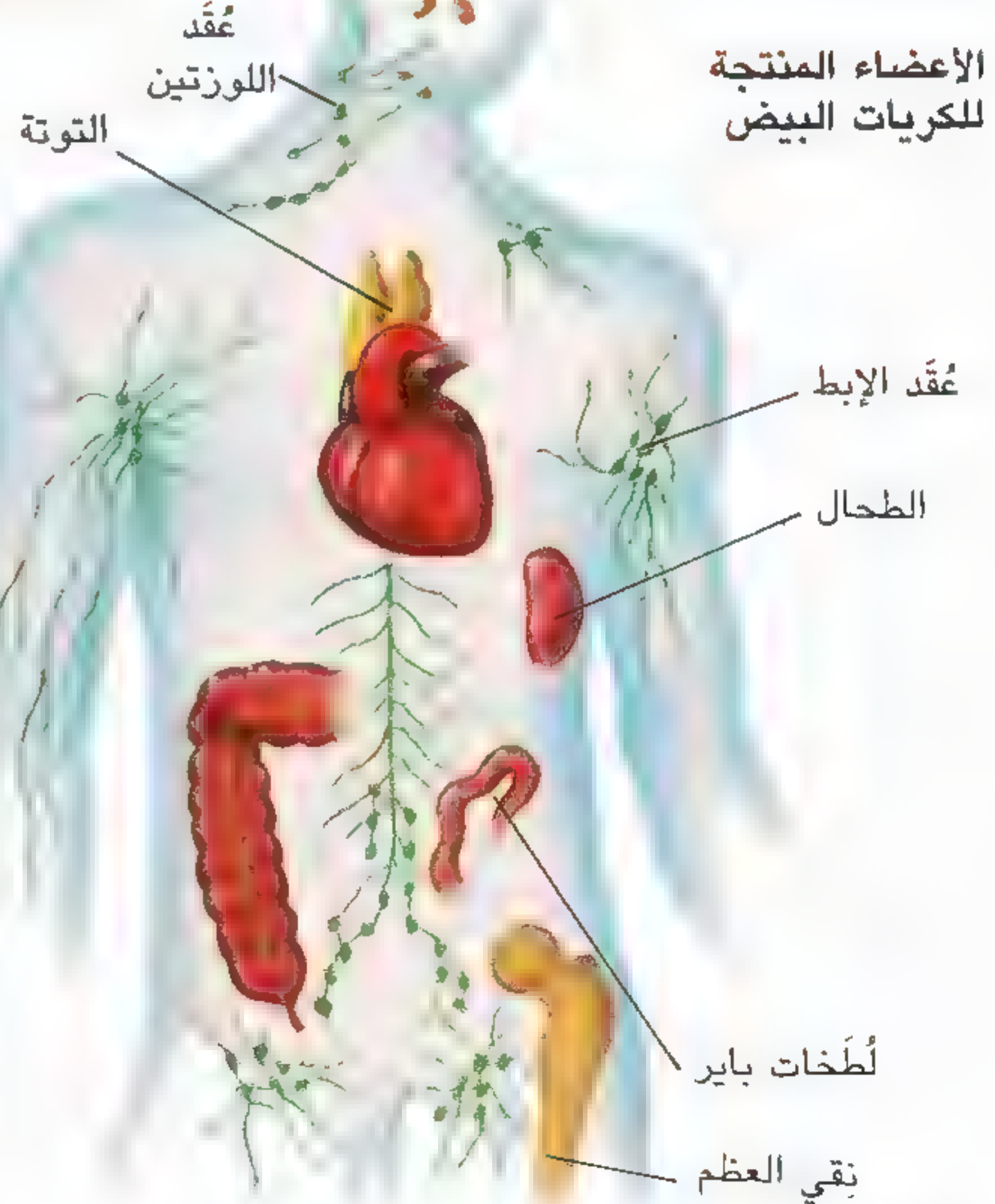
أرجل كاذبة تتحرّك بواسطتها الكرية البيضاء البلعمة عامل غاز



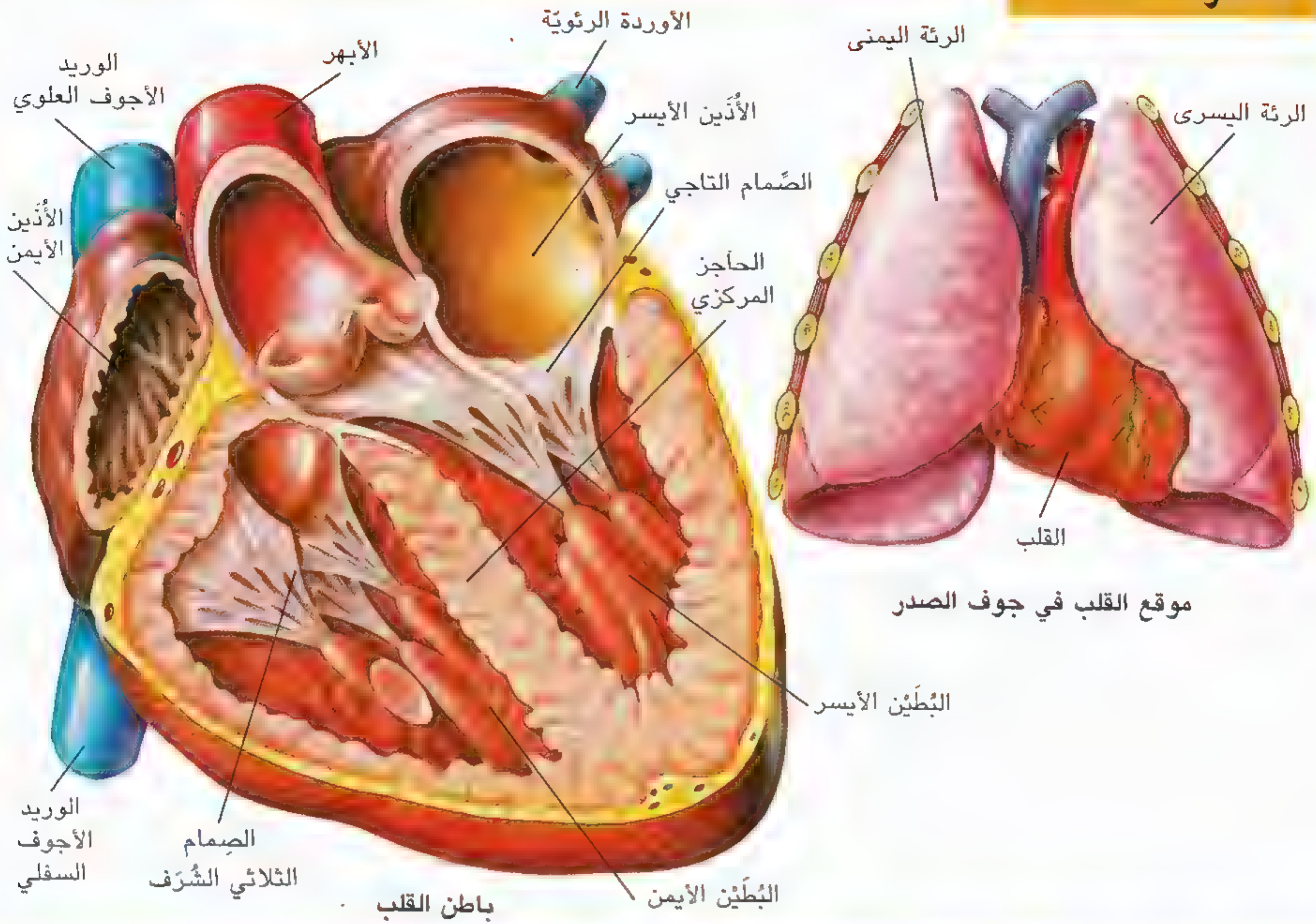
كرية بيضاء تحيط بالجرثومة

ج

الأعضاء المنتجة للكريات البيض



ب



يقع القلب بين الرئتين ويرتكز على الحجاب. وهو عضو أجوف لا يعرف الكل يعادل حجمه في الإنسان البالغ حجم القبضة ويتراوح وزنه بين 300 و 500 غرام. يقسم حاجر رئيسي القلب إلى نصفين: يضخ الجانب الأيسر من القلب الدم إلى جميع أنحاء الجسم، ما يجعل عضله أكثر نمواً من عضل الجانب الأيمن، الذي يضخ الدم باتجاه الرئتين، حيث يُؤكسج. ويحول هذا الحاجر دون امتزاج الدم الشرياني بالدم الوريدي.

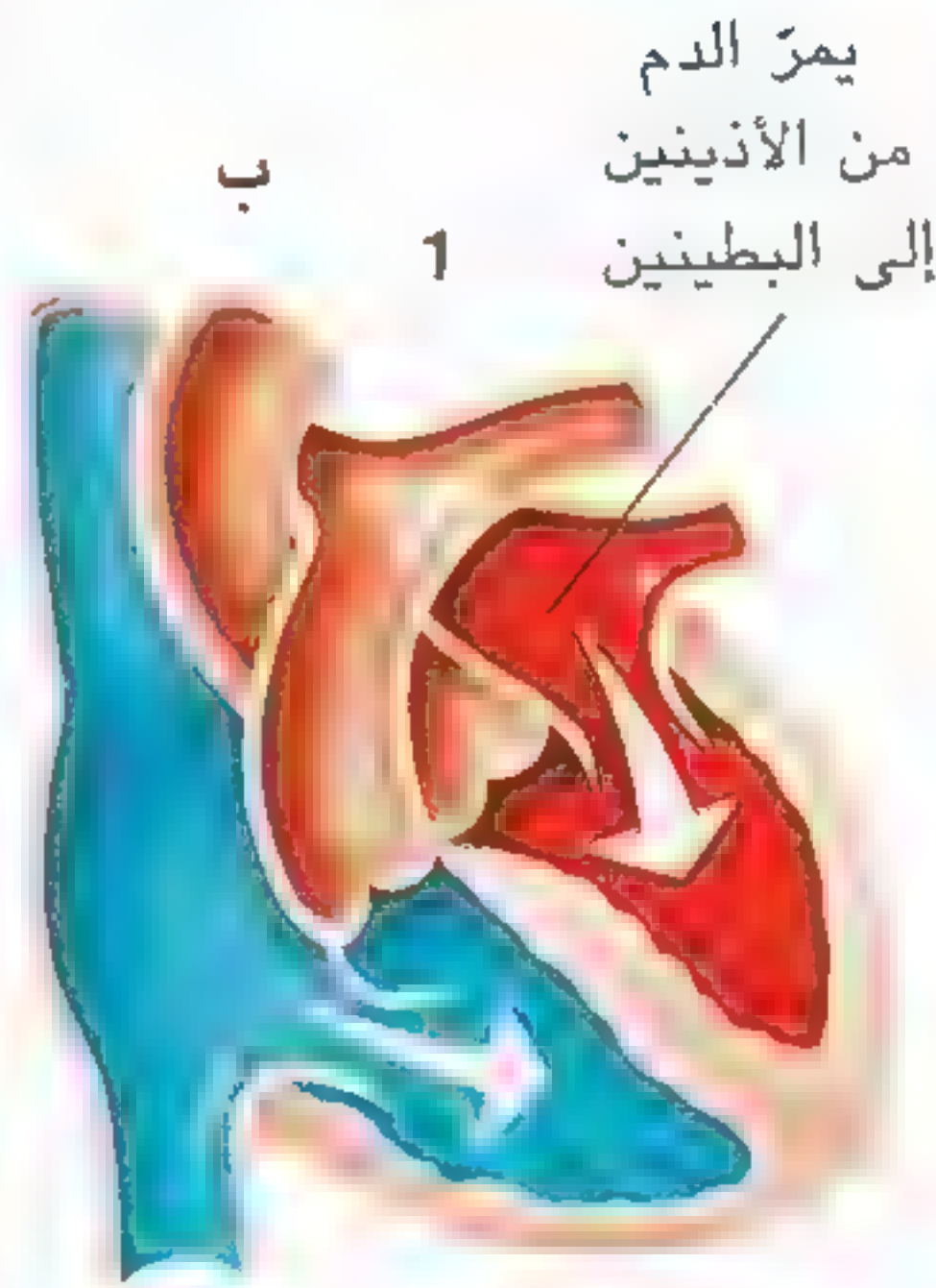
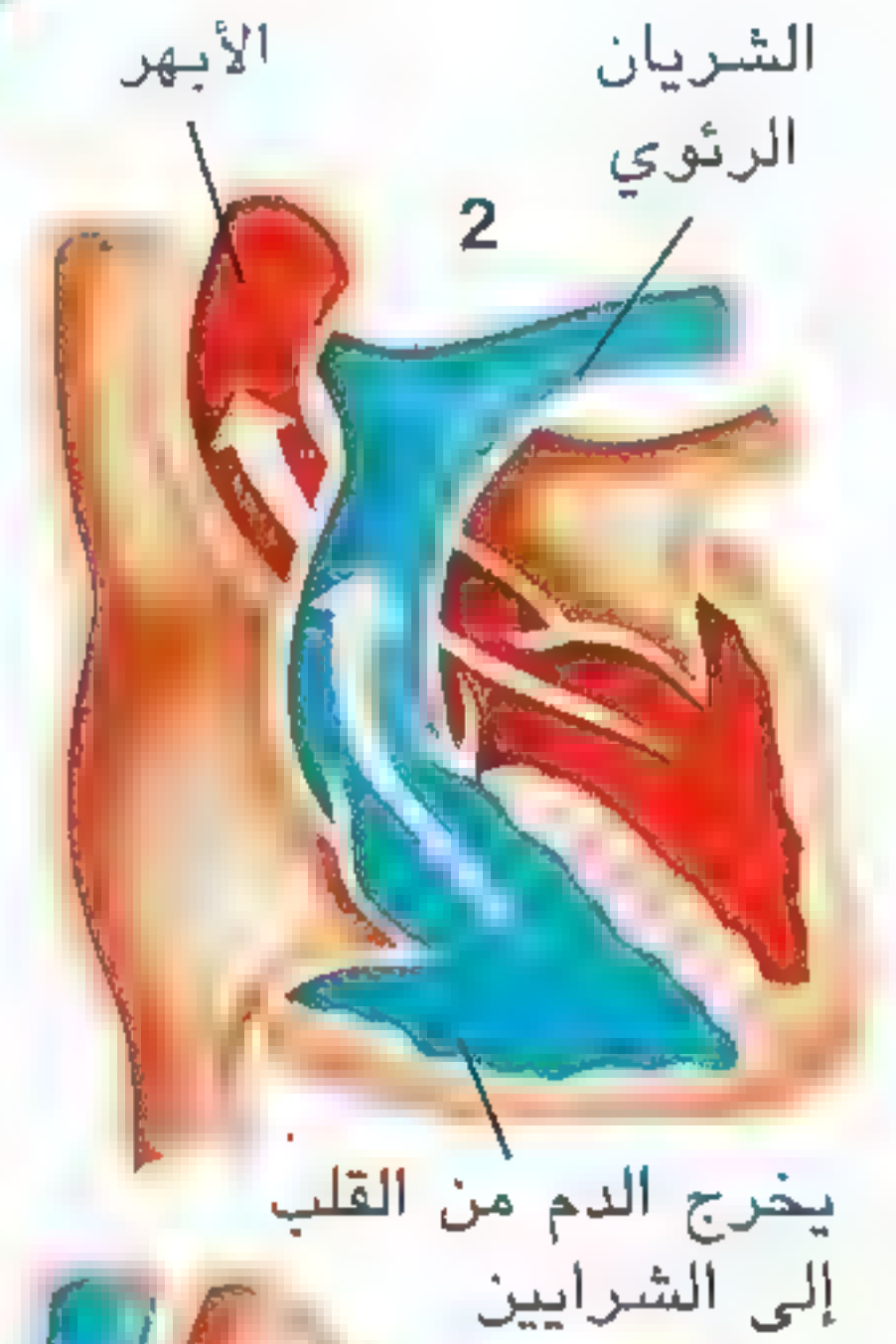
يتكوّن القلب من ثلاث طبقات مختلفة: التامور وعضل القلب والشغاف. يشكّل التامور الغلاف الخارجي الذي يحمي القلب ويثبتته بالبنى المجاورة. يتكوّن الشغاف من نسيج مرن يغطي الطبقة العضلية ويشكّل الصمامات القلبية. أما عضل القلب فهو الطبقة العضلية التي تنشأ فيها حركات القلب. وتغذي الأوعية القلبية أو الإكليلية عضلات القلب.

يحتوي كل نصف من القلب على جوفين: الأذين في الأعلى والبطين في الأسفل. ويتصل الأذين والبطين في كل جانب عبر ثقب محاط بحلقات وتريّة تسمح بمرور الدم في اتجاه واحد فقط، من الأذينين إلى البطينين: إنها صمامات القلب، التي تضمن جريان الدم دائماً في الاتجاه الصحيح.

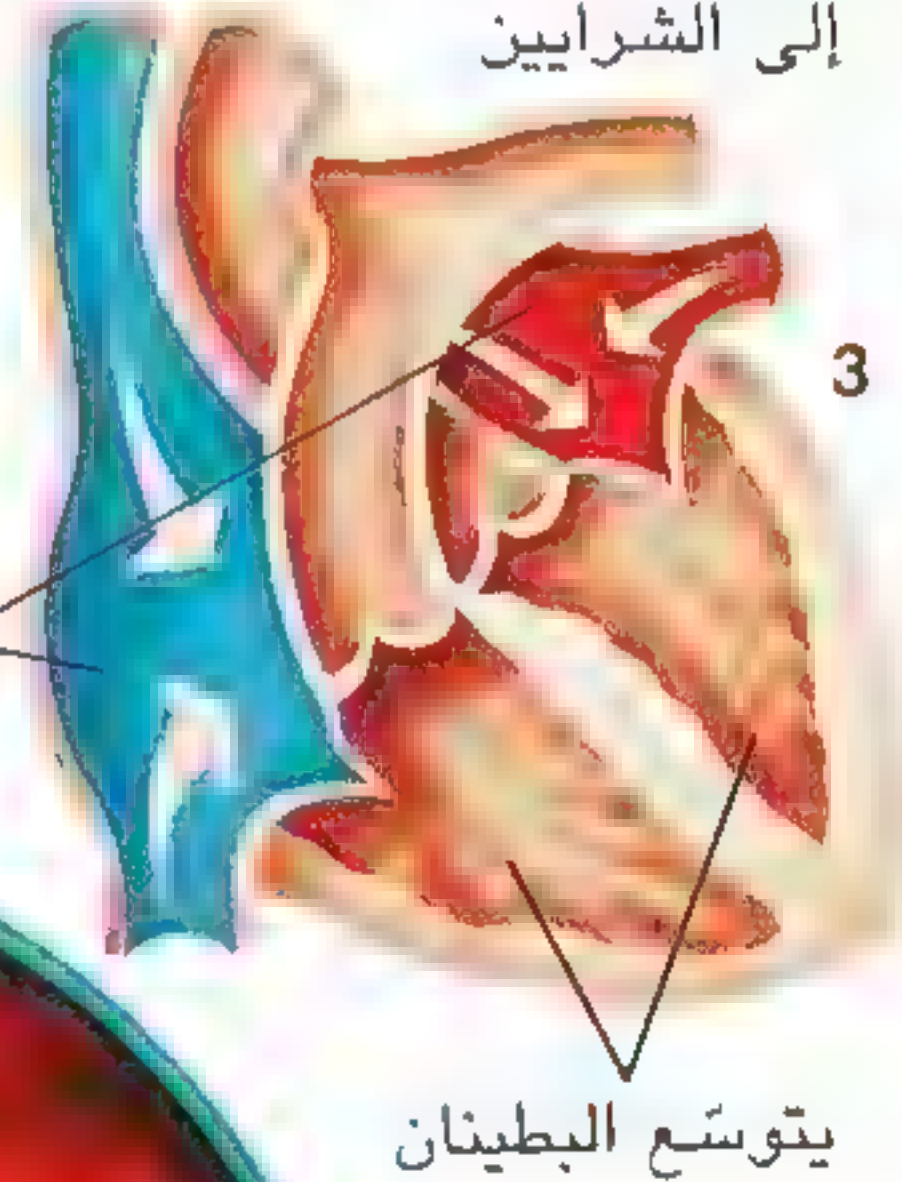
الدُّفْعَةُ الكهربائيَّةُ العصبِيَّةُ
المُسَبِّبَةُ لضرباتِ القلبِ



أ



ب



يتملأ الأذنان
من جديد بالدم

الدورة القلبية



الصمام الثلاثي
الشرف المغلق، كما
يُرى من الأذين الأيمن

(أ) تنتج ضربات القلب عن تقلص البطينين. وتحدث كلُّ ضربةٍ أو تقلصٍ بفعلِ دفعةٍ كهربائيةٍ تسري إلى جميع خلايا القلب كالشرارة، وتنشأ في كتلة صغيرة من النسيج العصبي يُعرف بالنسيج العقدي.

(ب) طوال حياة الإنسان، يؤدي القلب نوعين من الحركات بشكل متناوب: الانقباضات (تقلصات تطرد الدم من القلب) والانبساطات (حركات تمددية يمتلئ القلب فيها بالدم الذي يصل إلى الأذنين عبر الأوردة الجوفاء والرئوية الكبيرة).

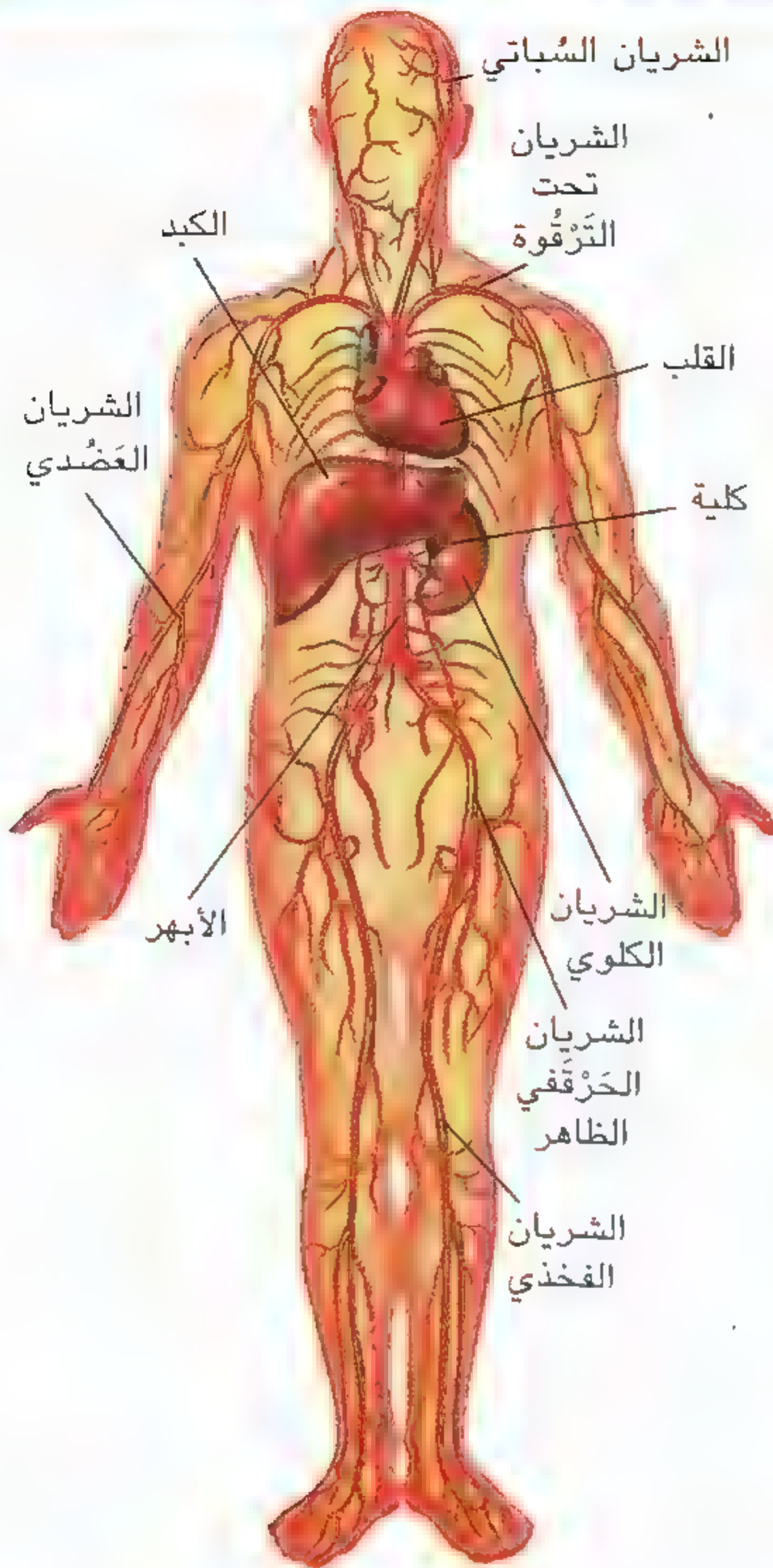
تتألف كلُّ دورة قلبية أو ضربة من ثلاث مراحل، إذ لا يمكن للدم أن يخرج من البطينين إلا عندما يصل ضغط الدم إلى الحد الكافي لفتح دسامات الخروج (الدسامات الهلالية).

المرحلة الأولى، وتشمل الانقباض الأذيني والانبساط البطيني (1) يتقلص الأذنان فينتقل الدم من الأذنين إلى البطينين اللذين يمتلآن ثم تغلق الصمامات الثلاثية الشرف التاجية.

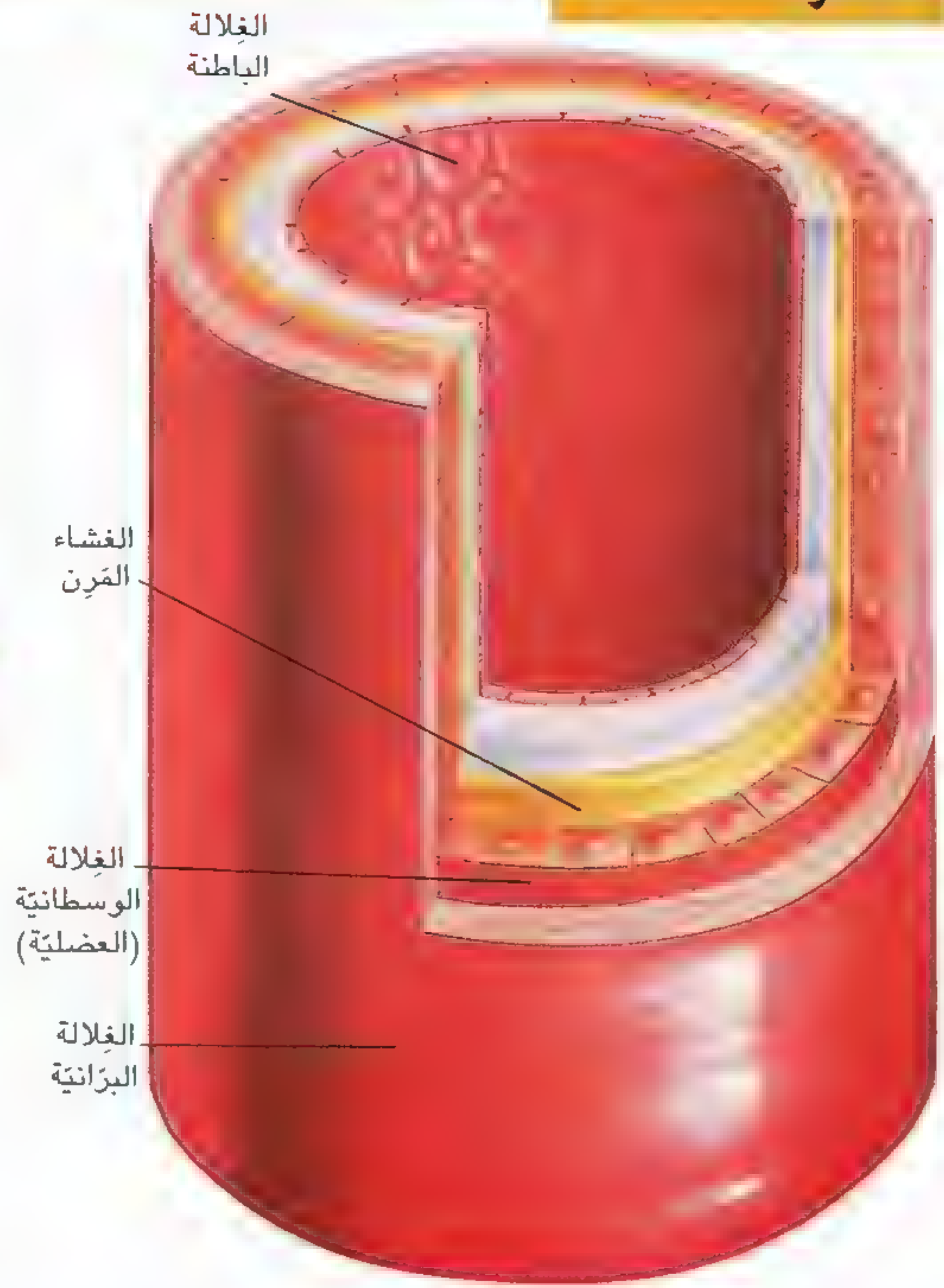
المرحلة الثانية، أو الانقباض البطيني (2): يتقلص البطينان فيرتفع الضغط فيهما ويخرج الدم (الذي لا يستطيع الرجوع إلى الأذنين بسبب انغلاق الصمامات) من القلب عبر الشرايين.

المرحلة الثالثة، أو الانبساط العام (3). بعد تفريغ الدم، يسترخي القلب ويتوسع الأذنان والبطينان، ما يؤدي إلى دخول الدم من جديد من الأذنين.

يحمل الشريان الرئوي، الذي يخرج من البطين الأيمن، الدم الوريدي المدفوع باتجاه الرئتين للتخلص من ثاني أكسيد الكربون وأخذ الأكسجين؛ من جهة أخرى، يخرج الأبهري من البطين الأيسر ويتفرع في أنحاء الجسم.



الجهاز الدوراني



مقطع في شريان

في جميع أنحاء الجسم وينقل الدَّم في الدورة الدموية الكبرى؛ والشريان الرئوي؛ الذي ينقل الدَّم إلى الرئتين لأُكْسَجِته في الدورة الدموية الصغرى.

تتكوَّن جميع شرايين الجسم من ثلاث طبقات خلوية مختلفة: الغلالة البرَّانِيَّة، (الطبقة الخارجيّة) التي تتألَّف من طبقة من النسيج الضامّ تغطّي الشريان من الخارج؛ والغلالة الوسطانية، التي تتألَّف من ألياف عضليّة ملساء قويّة ومَرِنَة تستطيع تغيير قطر الشريان حسب الحاجة؛ والغلالة الباطنة، التي تتألَّف من نسيج بطانيّ يسمَح للدَّم بالانزلاق بسهولة داخل الشريان.

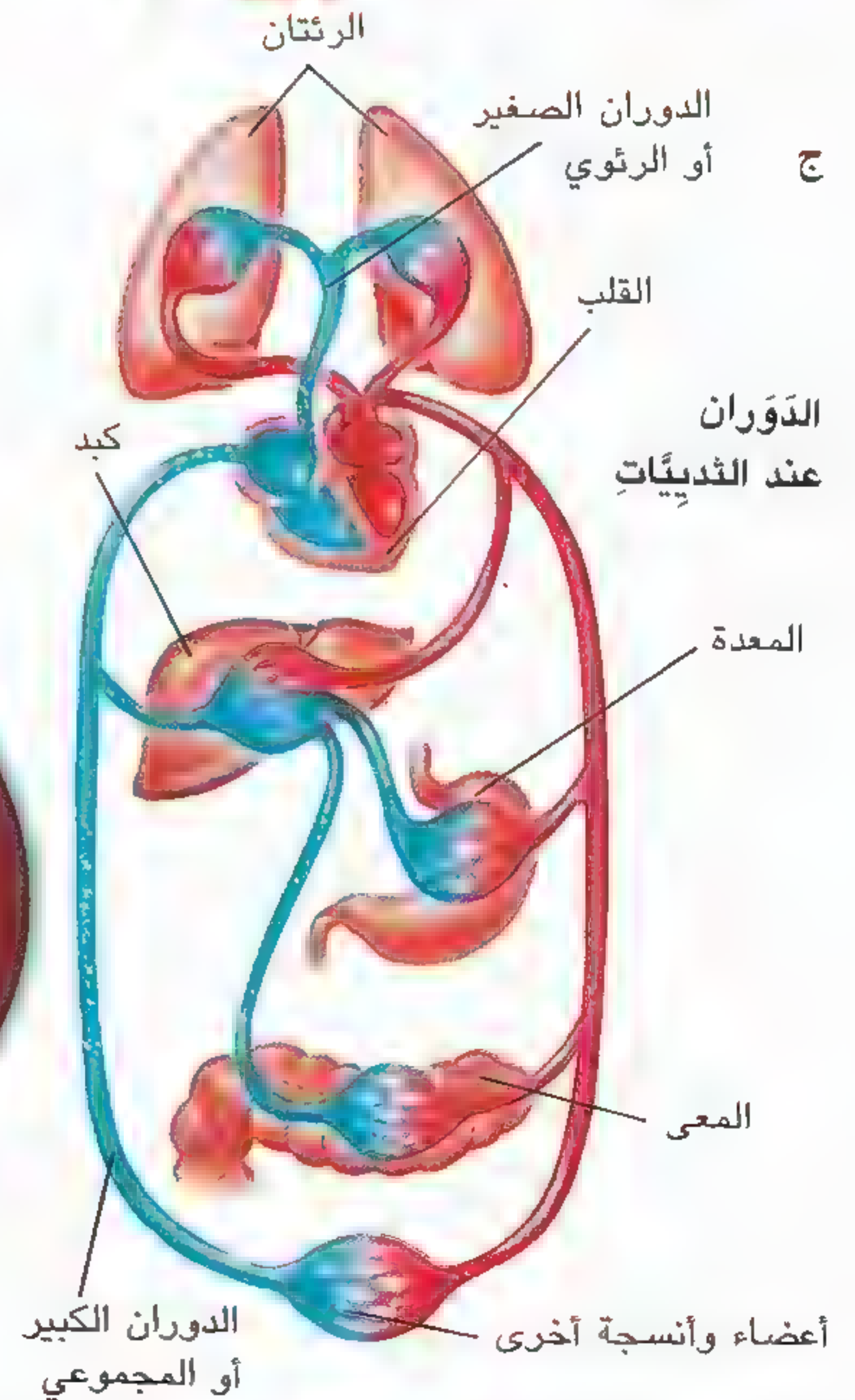
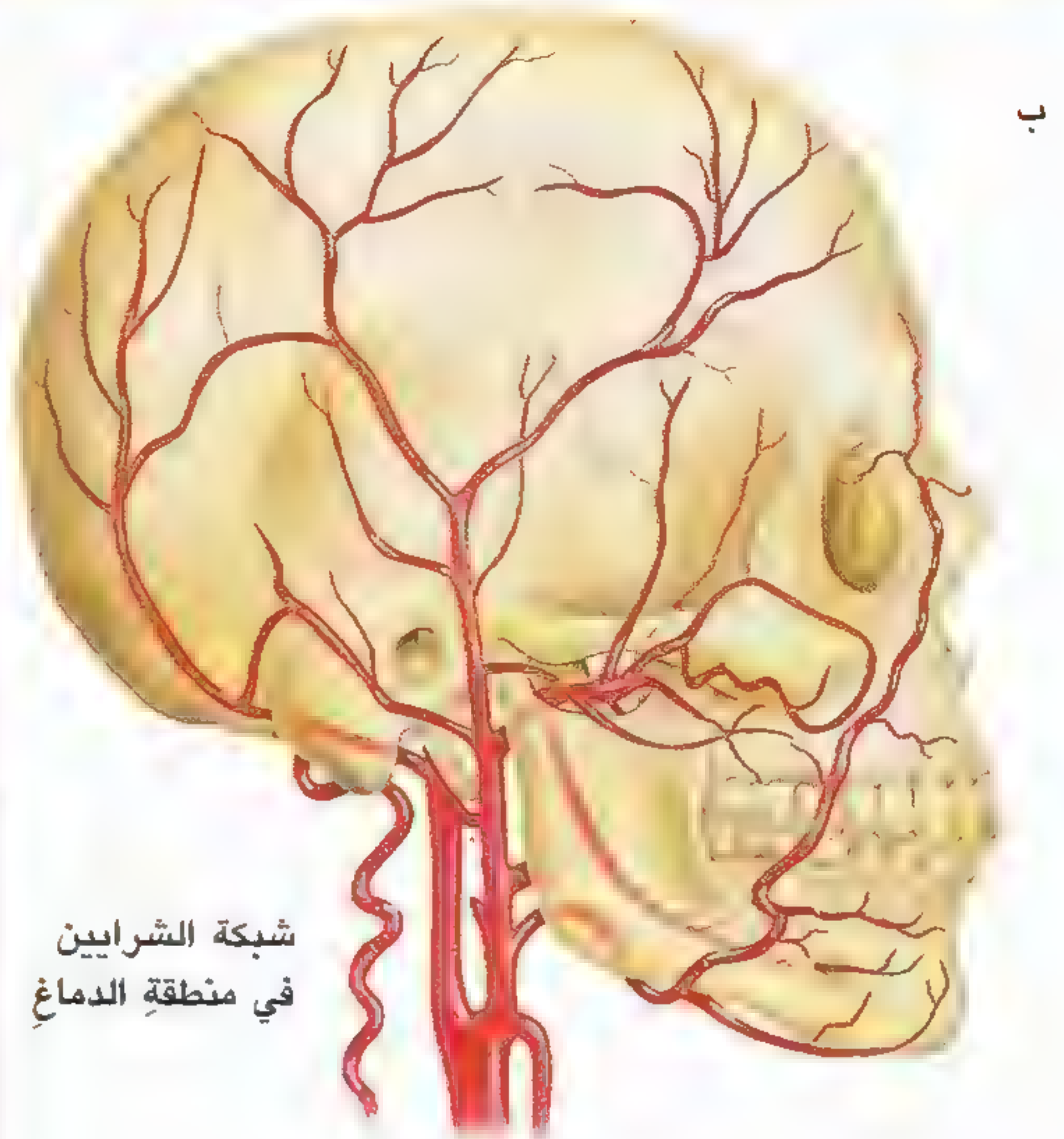
الشرايين هي الأوعية الدموية التي يجري فيها الدَّم من القلب إلى أنسجة الجسم وأعضائه المختلفة. ولكن، لكي يصل الدَّم الشرياني إلى جميع أنحاء الجسم، يجب أن يدفعه القلب بقوة كبيرة، لذلك فإنَّ الدَّم يجري داخل الشرايين بفعل الضغط. ولكي تتحمَّل الشرايين هذا الضغط، تتكوَّن جُدُرُها الباطنة من نسيج مَرِن. فعلى سبيل المثال، يستطيع الأبهر (أكبر شريان في الجسم) تحمّل قوّة الضربة التي يحدثها خروج الدم من القلب، 60 إلى 70 مرّة في الدقيقة، طوال حياة الإنسان.

يخرج من القلب شريانان: الأبهر، الذي يتفرّع

(أ) الشرايين السليمة والشابة أنابيب مرنة ذات جذر ملساء يجري فيها الدم بسرعة ودون احتكاك يُذكر. لكن، مع تقدّم السن أو بسبب الأمراض، يأخذ باطن الشرايين بالتحول تدريجيًا: للشرايين الهرمة والمتصلبة جذر خشنة، صلبة وسريعة العطب تتسبب بمشكلات دورانية خطيرة. ويجري الدم فيها بسرعة أقل ويسهل تشكّل الجلطات، التي يمكن أن تسدّ الأوعية الدموية وتتسبب بأضرار خطيرة جدًا.

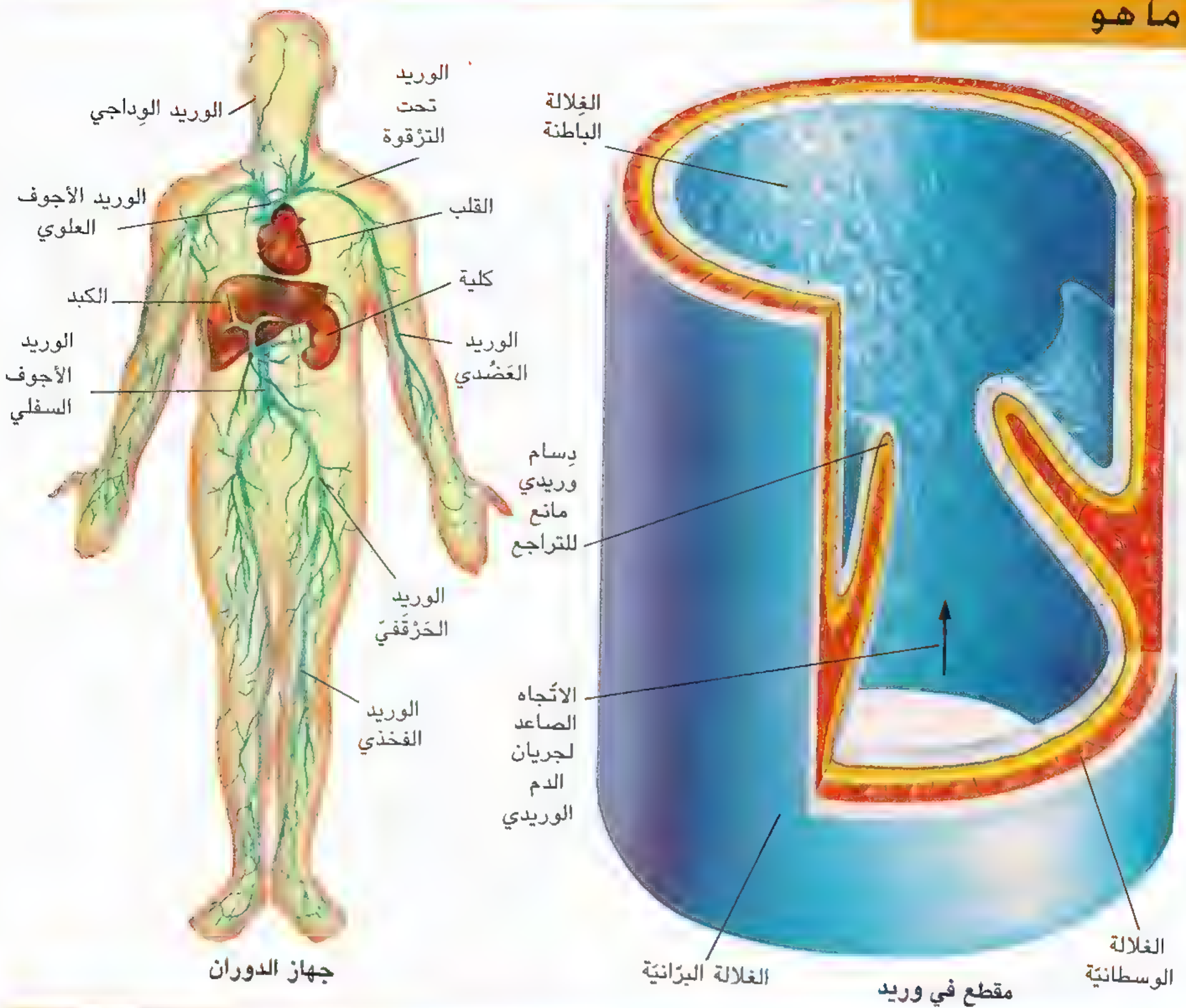
(ب) عندما يخرج الدم الشرياني من القلب، يتوجّه إلى أماكن مختلفة مثل الدماغ والكبد والأمعاء وأصابع القدمين وغيرها. إلا أن بعض نواحي الجسم تُظهر شبكة كاملة ومعقدة من الشرايين، التي تؤمّن للأعضاء الحيوية، مثل الدماغ، الكمية الكافية من الأكسجين والمواد المغذية.

(ج) يُقال إن الدوران في جسم الإنسان كامل (نظرًا إلى أن الدم الوريدي والدم الشرياني لا يمتزجان أبدًا) ومغلق (لأنه غير متّصل بالمحيط الخارجي) ومزودج (لأن الدم يجري في دورتين).



شريان مريض أو هرِم

شريان سليم



جهاز الدوران

الغلاية البرانية

مقطع في وريد

الغلاية الوسطانية

تنقلُ الدَّم الشريانيَّ إلى القلب، إذ أنَّها تخرجُ من الرئتين وتنقلُ الدَّم المؤكسَج. وتمتدُّ بقيَّة الأوردة بموازاة الشرايين، وتنقلُ الدَّم الوريدي. وعند ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم، يتحوَّل اللونُ الأحمرُّ للهيموغلوبين الموجود في الكرياتِ الحمرِ إلى اللونِ الأزرقِ المميِّز للدم الوريدي. ولا يجري الدَّم في الأوردة بمثلِ قوَّة جريانه في الشرايين، نظرًا إلى بُعدِ دُفْعَات القلب. ولهذا السبب، تحتوي الأوردة الكبيرة على جهازٍ غريبٍ من الدِّساماتِ التي تمنع تراجعَ الدَّم.

يمتدُّ في الجسم جهازُ وريديٍّ كاملٌ يتولَّى إعادةَ الدَّم إلى القلب من جميع أنحاء الجسم التي غدَّتْها الشُعيراتُ الشريانيَّة بالدَّم النظيف. تشبهُ بُنيةُ الأوردة بُنيةَ الشرايين، فهي تتألَّفُ مثليها من ثلاث طبقاتٍ متتاليةٍ من النسيج، لكنَّ الغلاية الوسطانية أقلُّ سماكةً، ما يجعلُ الأوردة أكثرَ ليونةً وهشاشةً وأقلَّ مرونةً.

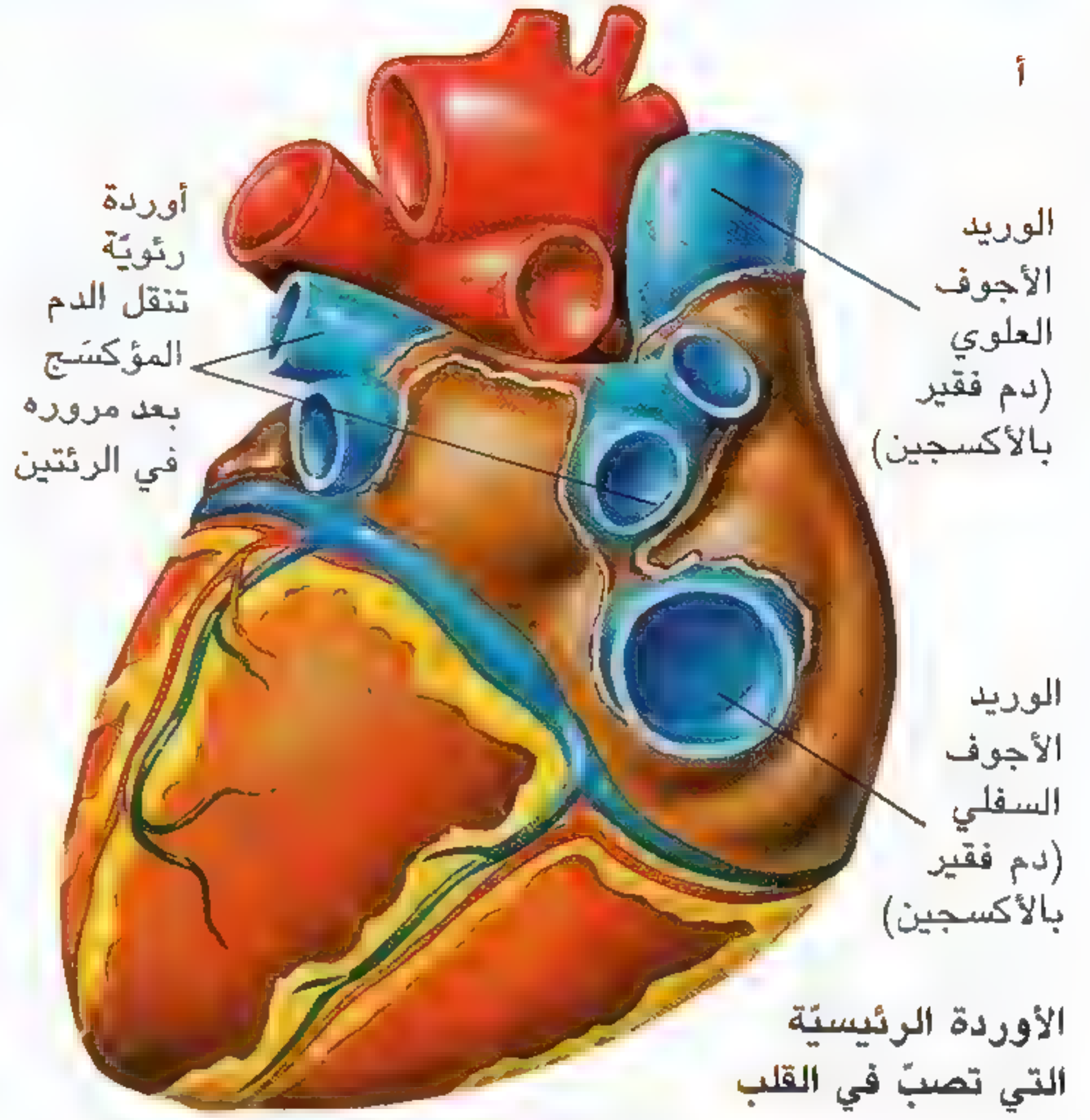
تتميَّزُ الأوردةُ عامَّةً بجُدُرٍ أكثرَ سماكةً ولكن أقلَّ مرونةً من الجُدُرِ الشريانيَّة، ويجري فيها الدَّم الوريديُّ الفقيرُ بالأكسجين والمحمَّلُ بثاني أكسيد الكربون الناتج من عملية الاستقلاب. وتشكُلُ الأوردةُ الرئويَّةُ الأوردة الوحيدة التي

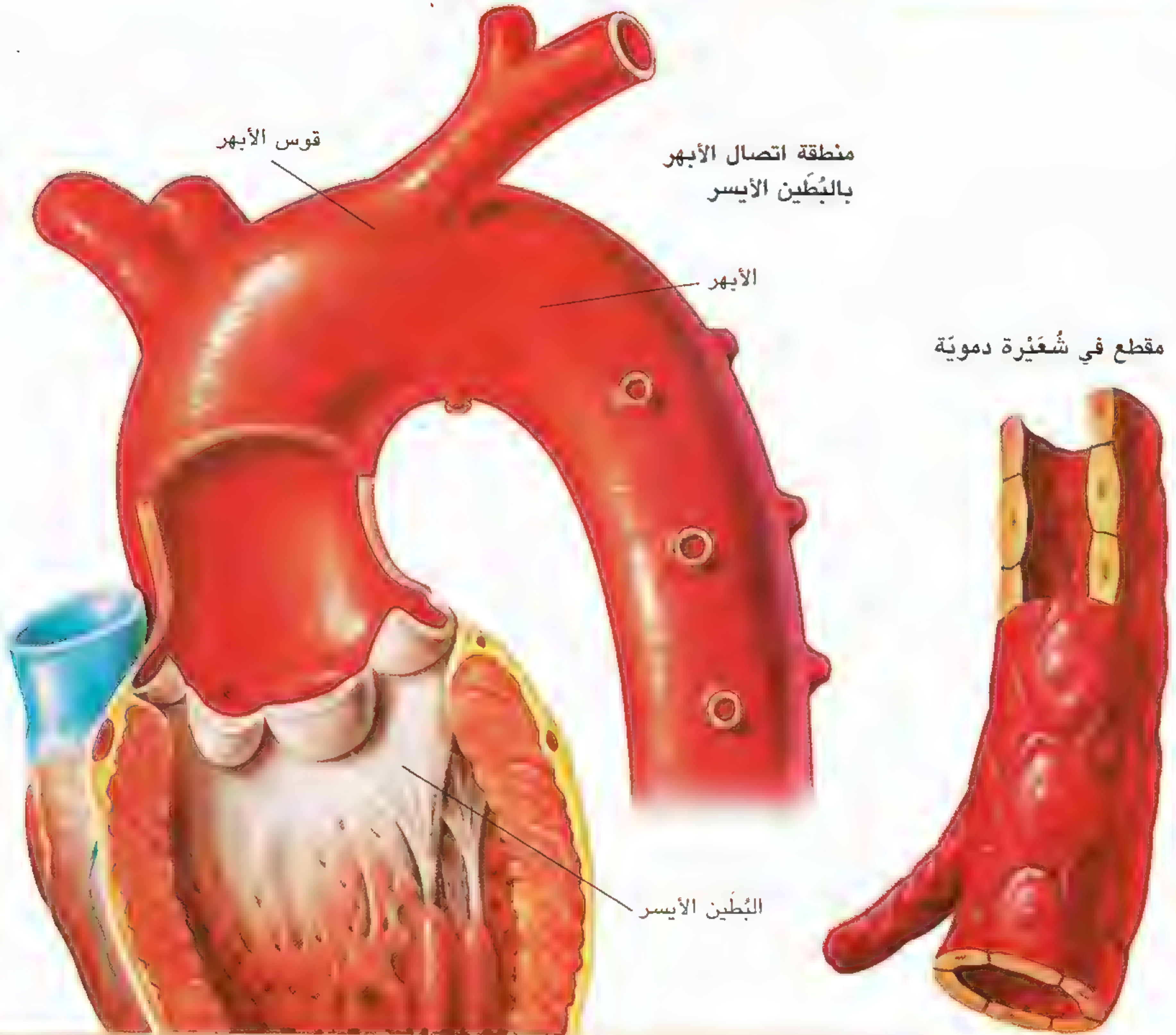
ما وظيفتها

بعد مرور الدم الوريدي في الشُعيرات، يقوم بجمع الفضلات من الخلايا التي يمرُّ بها ويعودُ بعد ذلك إلى القلب. تغادر الكرياتِ الحمراء شبكة الشُعيرات الشريانية وتصلُ إلى منطقة تجتمع فيها الشُعيرات الوريدية لتشكل أوردة متزايدة الحجم (أوردة كلوية، أوردة كبدية...)، تتحدُّ جميعها لتشكل الوريد الجوفي، الذي يصبُّ بدوره في الأذين الأيمن للقلب.

(أ) يصلُ إلى أذيني القلب نوعان مختلفان من الأوردة. تصلُ الأوردة الجوفاء محملة بدم فقير بالأكسجين، بينما تعود الأوردة الرئوية إلى القلب ناقلة الدم المؤكسج بعد مروره في الرئتين. يُطلق عادة اسم الشريان على جميع الأوعية الدموية التي تنقل الدم من القلب إلى أعضاء وأنسجة الجسم؛ أمَّا الأوردة فهي الأوعية الدموية التي تعيد الدم إلى القلب من أنحاء الجسم الأخرى.

(ب) تقوم الدسامات الموجودة داخل الأوردة الكبيرة بمنع الدم من تغيير اتجاهه والتراجع في الوريد؛ وهي طريقة تضمن جريان الدم دائماً في الاتجاه الصحيح. وتلعب هذه الدسامات دوراً هاماً جداً، إذ يقوم الدم بجهد كبير للصعود من طرف أصابع القدمين، مثلاً، إلى القلب.





ويتفرّع الأبهرُ بعدَ ذلكَ لتشكيلِ الشرايينِ المختلفةِ التي تغذي أعضاء الجسم كافة. تتفرّع الشرايينُ من جديدٍ داخلَ كلِّ عضوٍ، فينخفضُ قطرها شيئاً فشيئاً حتى تشكّل الشبكة الشريانية الشعيرية، التي تحملُ المواد المغذية والطاقة إلى جميع الخلايا. وينقلُ الدّم، إضافةً إلى الأكسجين، هُرموناتٍ تفرزها الغددُ وأيوناتٍ، مثل الصوديوم والبوتاسيوم، وفيتاميناتٍ ودهوناً وسكّرياتٍ وبروتيناتٍ وأملاحاً معدنيّةً وموادٍ ضروريّةً عامّةً لحياة خلايا الجسم.

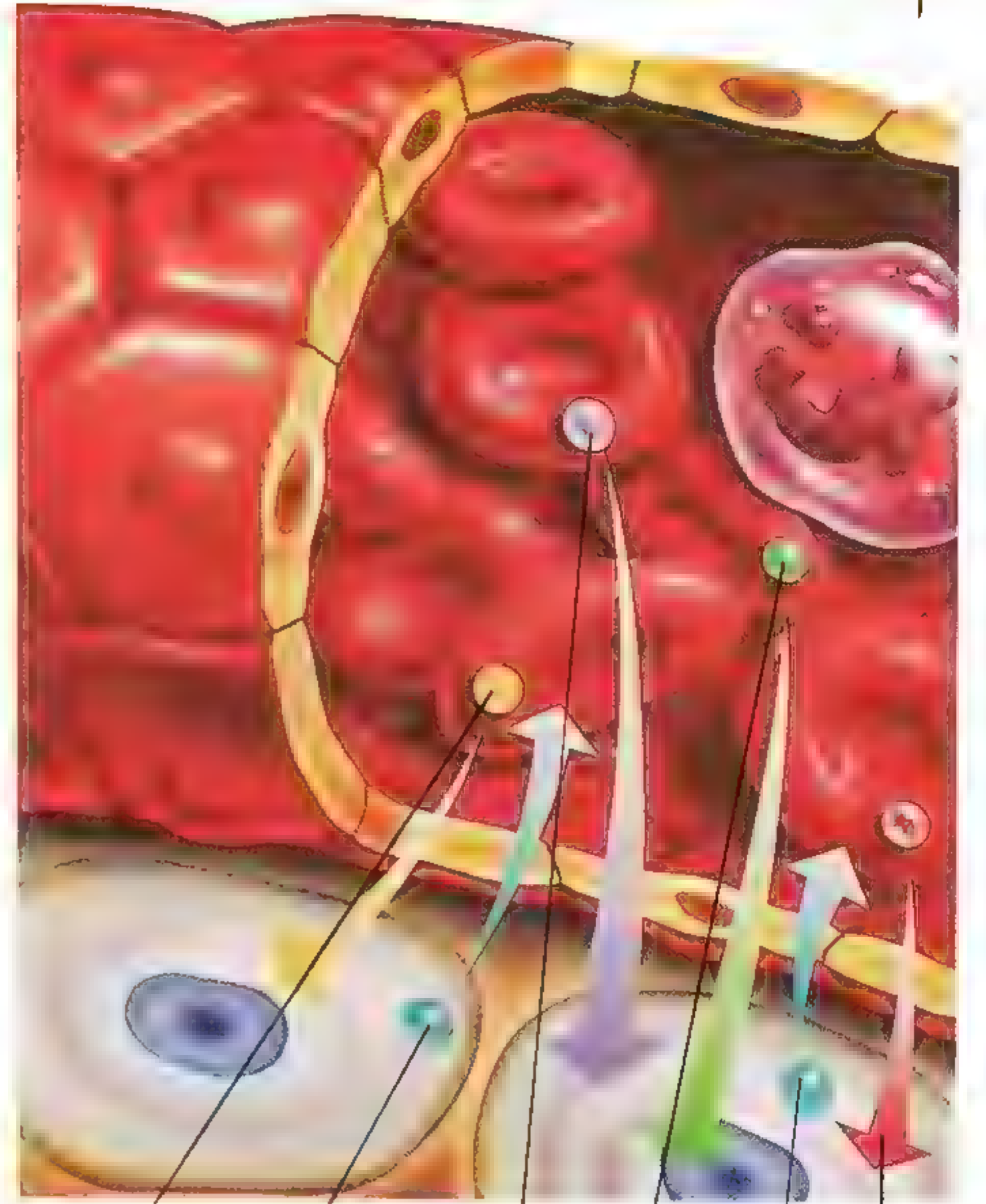
يبدأ الدّمُ رحلته الطويلة من القلب وينتهيها فيه، بعدَ مروره في الأعضاء والخلايا، قاطعاً آلاف الكيلومترات! ويدورُ الدّمُ دورةً كاملةً حولَ الجسم مرّةً كلّ 60 ثانية، أي بمعدل 1440 مرّةً في اليوم. يبدأ الدّمُ المؤكسجُ رحلته باتجاه أنسجة الجسم من البطين الأيسر عبر الأبهر ويصلُ إلى جميع خلايا الجسم، بما فيها خلايا الجلد. ويصعدُ الدّمُ في قوس الأبهر، ثمّ ينتقلُ إلى الشرايين الثلاثة الكبيرة التي تنقله إلى الجزء العلوي من الجسم.

يحمل القسم الأكبر من الأنسجة شبكة كاملة وكثيفة من الشعيرات، بحيث لا تبعد أي خلية أكثر من 00004 مليمترات عن أقرب مصدر للدم. بعد حدوث التبادل مع خلايا الأنسجة العضوية، تتحول الشعيرات الشريانية إلى شعيرات وريدية وتبدأ برحلة العودة إلى القلب.

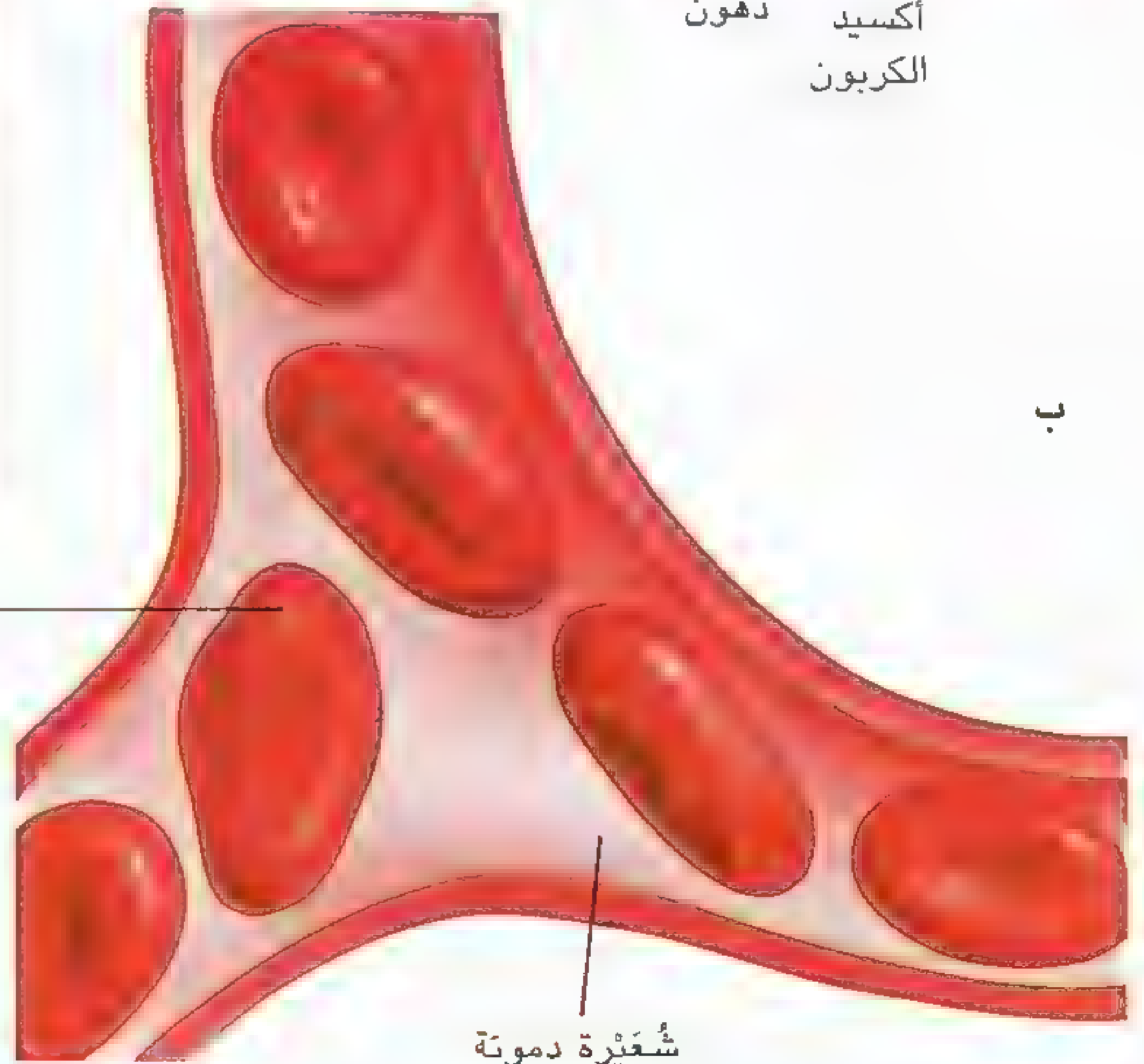
(أ) يشكل مرور الشعيرات في الأنسجة أهم جزء من دورة الدم في الجسم، نظرًا إلى أن تبادل المواد (أملاح معدنية، أيونات، إلخ) والغازات يحدث بين الشعيرات والخلايا.

في هذا التبادل، تؤمن الكريات الحمراء الغذاء والأكسجين لجميع الخلايا، وتأخذ منها كمية قليلة من ثاني أكسيد الكربون، الذي يُنقل القسم الأكبر منه إلى الرئتين مُذابًا في بلازما الدم. ويُعرف تبادل الغازات الذي يحدث في الخلايا باسم التنفس الخلوي.

(ب) الشعيرات أوعية دموية دقيقة جدًا، يساوي قطرها قطر الشعرة وتتألف جذورها من طبقة واحدة من الخلايا. وهذه الشعيرات رفيعة بحيث أن الكريات الحمراء تُضطر للتراجع، لتتمكن من المرور فيها الواحدة تلو الأخرى! وتسهل دقة هذه الأوعية تبادل المواد والغازات مع خلايا الأنسجة التي تمر فيها.



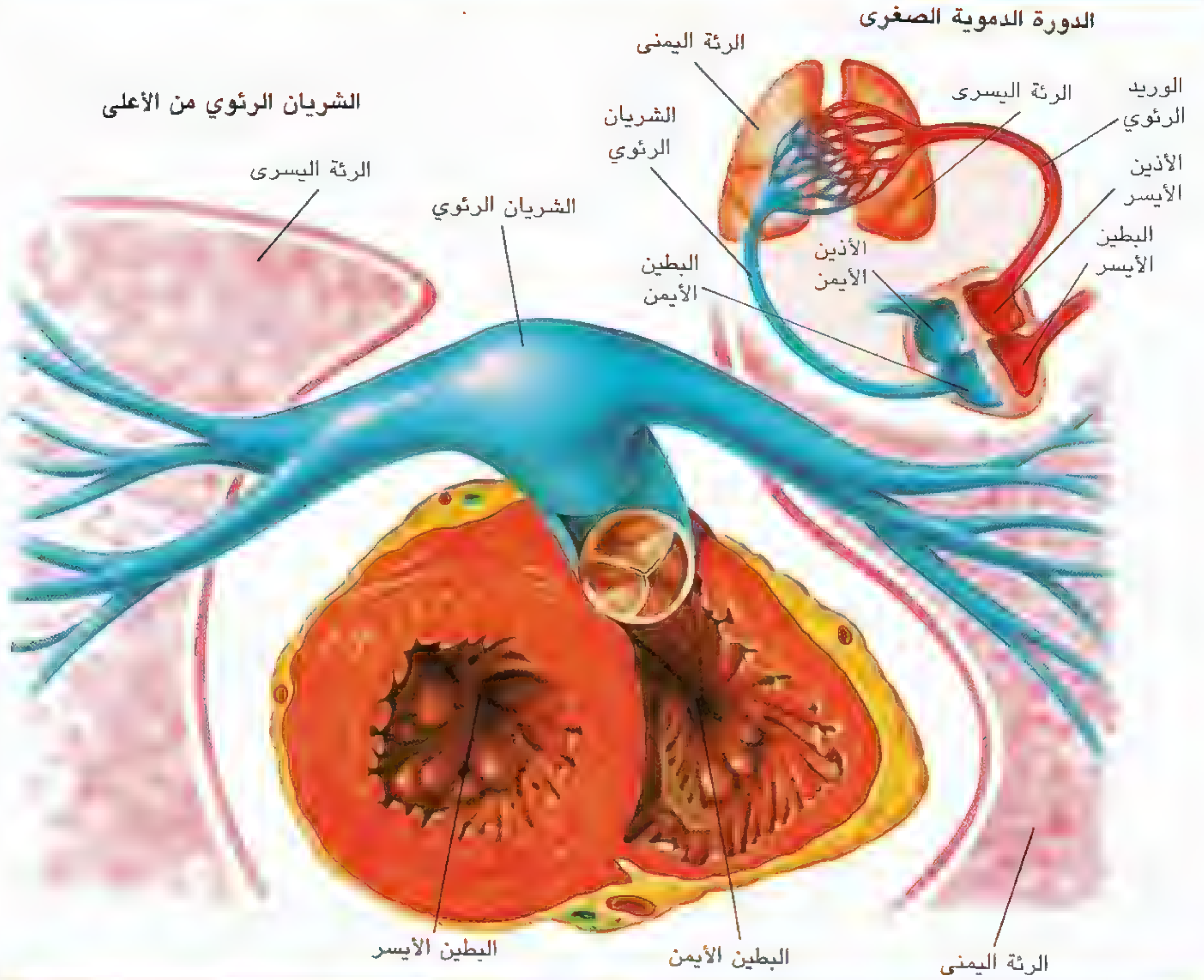
أكسجين
ثاني أكسيد الكربون
دهون
كلور
أكسيد الكربون
ثاني
صوديوم



ب.

كريمة حمراء تتراجع لتتمكن الكريات الحمراء من المرور الواحدة تلو الأخرى

مسار الكريات الحمر في شعيرة



وينقسم كل فرع بعد ذلك إلى أوعية يتناقص قطرها لتشكل شبكة من الشعيرات، التي يجري فيها الدم ببطء لتسهيل التبادل الغازي في الأسناخ الرئوية: يمتلئ ويفرغ السنخ في يوم واحد من التنفس الطبيعي أكثر من 15000 مرة. تحتوي الرئتان على حوالي 300 مليون سنخ تخترقها الشعيرات الدموية: يعبر الأكسجين جذر الأسناخ وينتقل إلى الشعيرات الدموية، التي تحيط بالسنخ كشبكة. بعد وصول الدم المؤكسج إلى الأذين الأيسر عبر الأوردة الرئوية، ينتقل إلى البطين الأيسر، ثم يُضخ منه لتوزيع الأكسجين على جميع خلايا الجسم.

الدورة الدموية الصغرى أو الرئوية هي جريان الدم من القلب إلى الرئتين ثم عودته إلى القلب محملاً بالأكسجين.

في الدورة الصغرى، يضخ القلب الدم إلى الرئتين بقوة أقل مما يضخه في الأبهري، إذ يجب أن يدفع الدم بلطف في هذا الجزء من الدورة؛ ولذا يحتوي البطين الأيمن على ألياف عضلية أقل بأربعة أضعاف من ألياف البطين الأيسر. يكون الدم الخارج من القلب عبر البطين الأيمن فقيراً بالأكسجين غنياً بثاني أكسيد الكربون (الذي يعطيه لونه الأزرق). ويتفرغ الشريان الرئوي إلى شريائين يتوجّه كل منهما إلى رئة؛

ما وظيفته

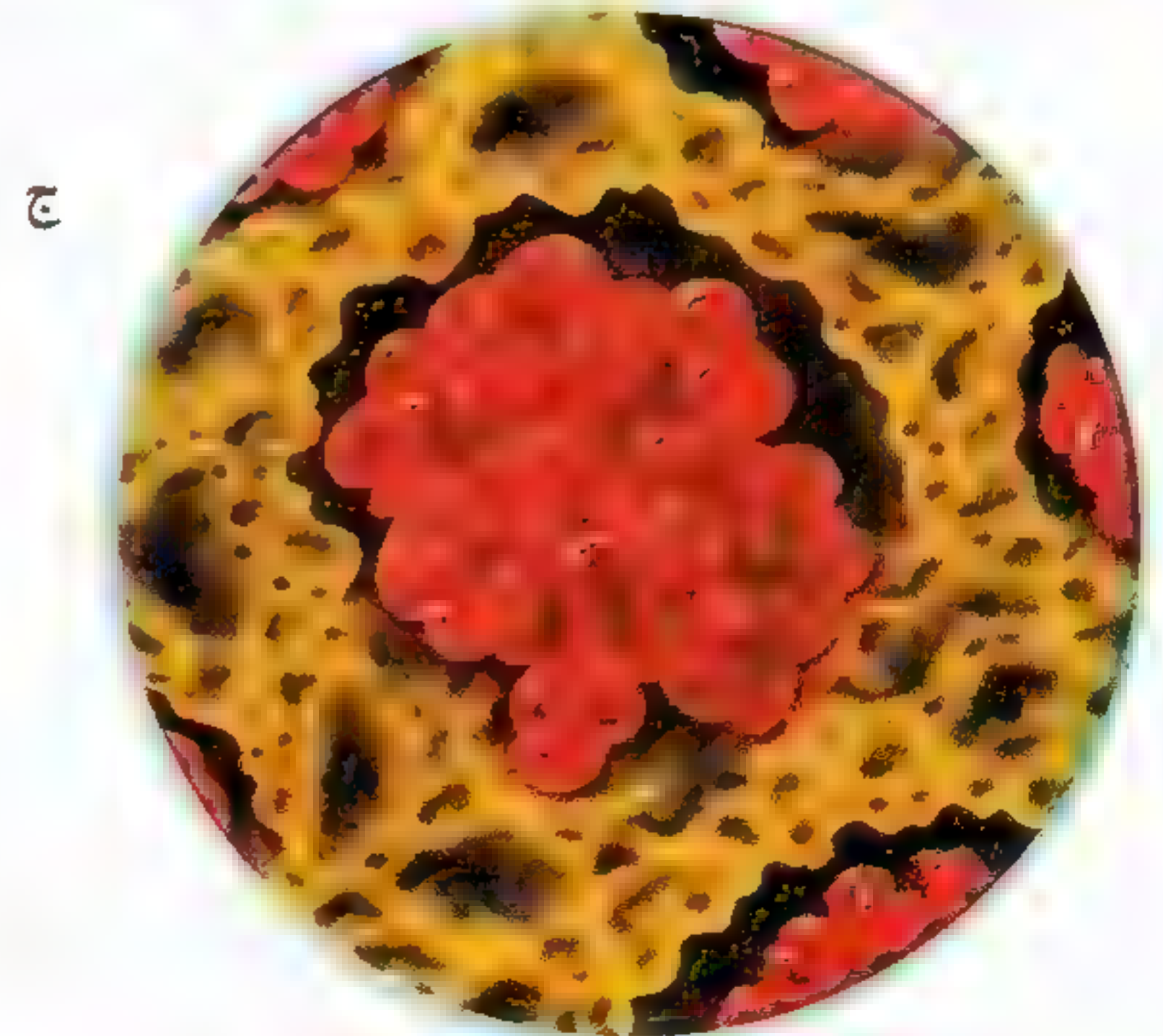
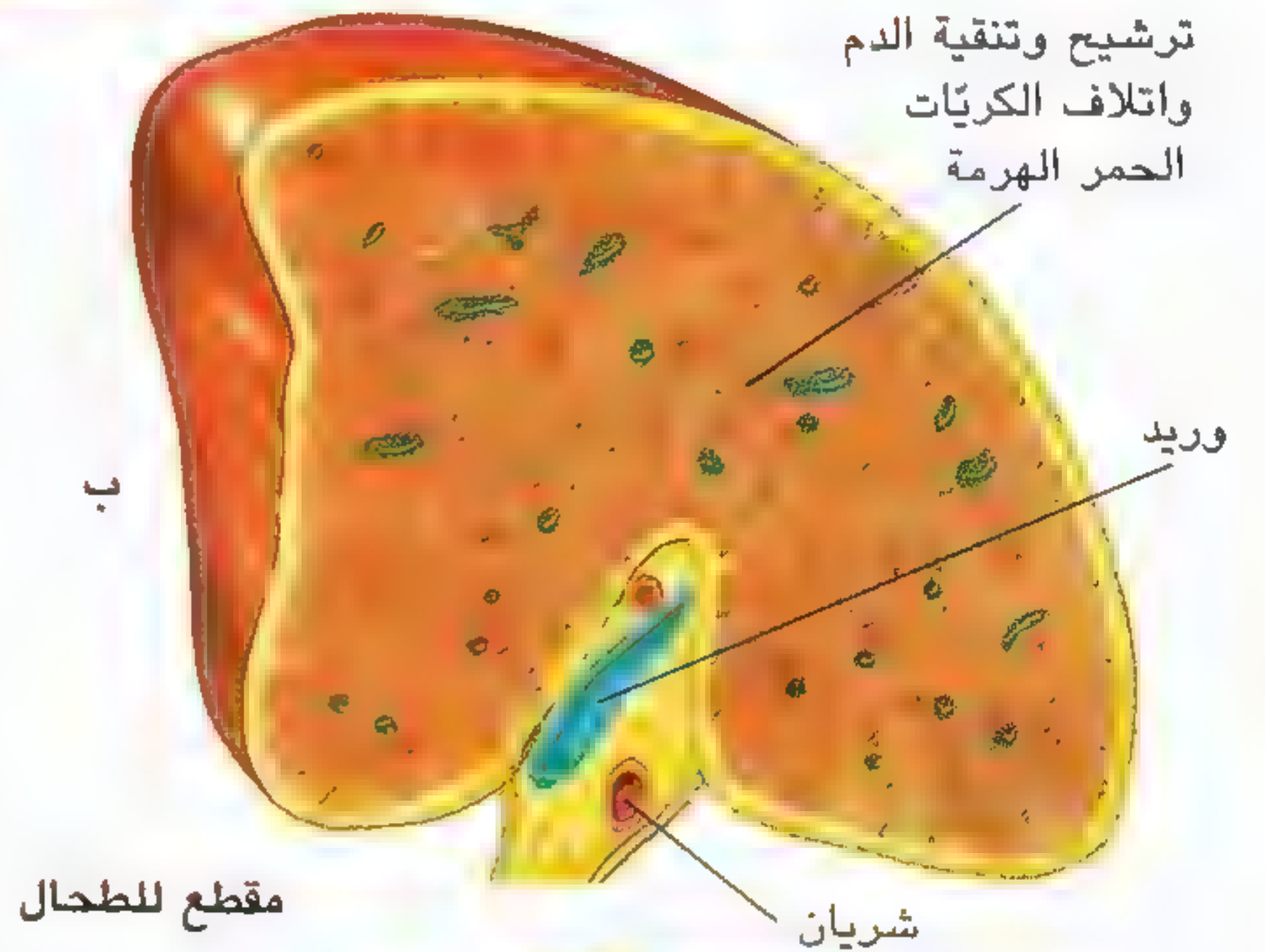
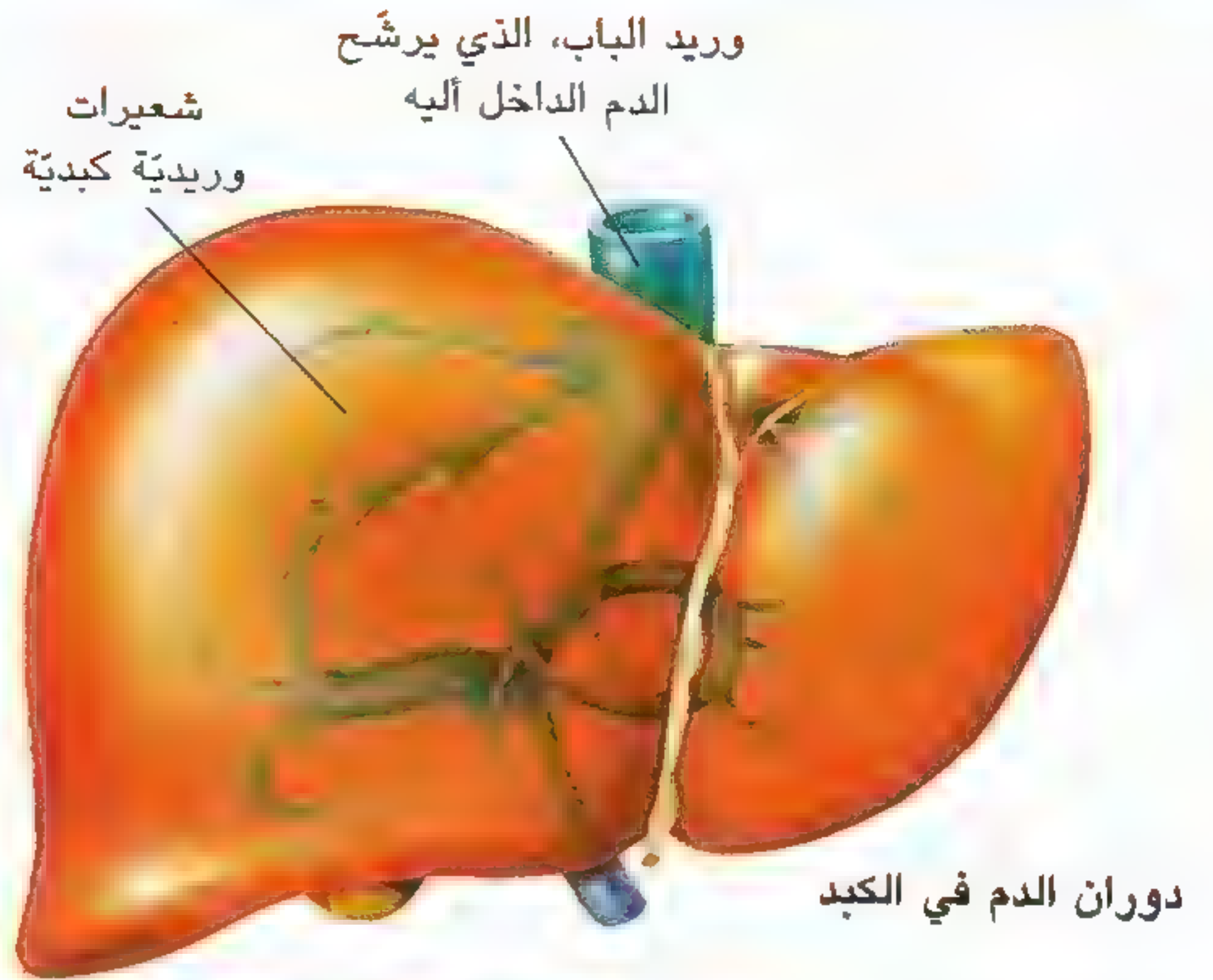
إضافةً إلى ثاني أكسيد الكربون، يحتوي الدَّم على موادَّ أخرى مؤذية يتخلَّص منها الجسمُ عبرَ أعضاءٍ مختلفةٍ مثل الكبدِ والطحالِ والكليتينِ.

(أ) الكبدُ هو أكبرُ غُدَّةٍ في جسم الإنسان. ويزنُ الكبدُ 1.5 كيلوغرامات ويتكوَّن من 50000 إلى 100000 فصيصةٍ كبديةٍ تقريباً. الفصيصاتُ الكبديةُ هي بُنى بالغة الصغر أسطوانية الشكل، تتألف من نسيجٍ كبديٍّ يحيطُ بوريدٍ مركزيٍّ. ينقي الكبدُ جميعَ كمِّيَّة الدَّم الموجودة في الجسم، فيرشحُ الدَّم الداخلُ إليه عبرَ وريدِ البابِ: يُورَّعُ الدَّم في أنحاء الكبدِ عبرَ أوردةٍ متناقصة الحجم حتَّى يصلَ إلى سطحِ الفصيصاتِ الكبدية، التي تقومُ بتنظيفِ وتنقيةِ الدَّم. تحتوي الفصيصاتُ على عددٍ كبيرٍ من الخلايا الكبدية التي تتولَّى ترشيحَ الدَّم وتستبقي الموادَّ السامة التي كانَ ينقلها.

(ب) الطَّحالُ عضوٌ يزنُ 200 غرام تقريباً، يعملُ في الحالاتِ الطارئةِ فيطلقُ الدَّم المخزونَ في داخلِه ويزيدُ بذلكِ التغذيةَ الدمويةَ وأكسجةَ الأنسجة. ويشكِّل الطحالُ أيضاً «مقبرة» الكرياتِ الحمرِ، إذ يتلفُ حوالي مليوني كريةٍ حمراء في الثانية!

(ج) تحتوي كلُّ كليةٍ على أكثر من مليونِ كُليون، يُنقى فيها الدَّم عندَ مروره في مجموعةٍ معقَّدةٍ من الشُعيرات تُعرفُ بالكُبيباتِ وتُطرَح الفضلاتُ بعدَ ذلكَ على شكلِ بول.

تخلَّص الدَّم من الفضلات
أثناء مروره بكُليونات الكلية





الأنسجة بالسائل. يتألف الجهاز اللمفي من شبكة من الشعيرات تتحد لتشكيل أوعية أكبر حجمًا، مثلما يحدث في الجهاز الوريدي. وتسمح الجذور الرقيقة لهذه الأوعية بمرور البروتينات والجزيئات الكبيرة التي لا يمكن للشعيرات الدموية امتصاصها. تحمل الأوعية اللمفية في داخلها دسامات هلالية تجبر اللمف على الجريان باتجاه واحد فقط. ولا يضم الجهاز اللمفي عضوًا لضخ اللمف، بل يجري اللمف بدفع من «التدليك» الذي تقوم به حركة عضلات الجسم ومن الفعل الماص للتنفس، اللذين يضغطان الأوعية ويدفعان اللمف في الاتجاه الوحيد الممكن.

يشكل الجهاز اللمفي جهازًا دوريًا «آخر» يجري في أوعيته اللمف بدلًا من الكريات الحمراء. واللمف سائل ضارب للبياض ينقل البروتينات وغيرها من الجزيئات التي لا يسمح لها كبر حجمها بدخول الشعيرات الدموية. ولللمف نفس تركيب البلازما تقريبًا، لكنه يحتوي على كمية أقل من الأكسجين والبروتين وعدد أكبر من اللمفاويات. تتشابه الشبكتان الشعيريتان الدموية واللمفية، إذ تمتد الشعيرات اللمفية دائمًا بجوار الشعيرات الدموية، وتتمثل وظيفتها الرئيسية في تجميع البلازما التي مرت من الشعيرات الدموية إلى الأنسجة، ثم نقلها وإعادة تدويرها إلى الدم. ويحول أنزاع الشعيرات فائض اللمف دون إغراق

أ

(أ) تتميز الشعيرات اللمفية بأطرافها المغلقة الشبيهة بأصابع القفاز. والشعيرات اللمفية أوعية دقيقة جداً تتكوّن من النسيج البطاني وتشبه الأوردة في بُنيّتها، لكنّ جذر الشعيرات اللمفية أكثر رقة من جذر الأوردة وتحمل مجموعة من المسام يدخل منها اللمف. ينقل اللمف في جريانه جزيئات غذائية لا يسمح لها كبر حجمها بالمرور عبر الشعيرات الدموية ويتمّ تبادلها مع البلازما بين الخلايا. يجري اللمف ببطء شديد ويغذي بعض الأنسجة بشكل مباشر (مثل الغضاريف التي لا تغذيها أية أوردة دموية).

(ب) ويقوم الجهاز اللمفي أيضاً بوظيفة دفاعية ضدّ هجوم الجراثيم والكائنات المجهرية: إذ تقع على طول الأوعية اللمفية حوالي مئة عُقدة لمفية، تنضج في داخلها اللمفاويات والبلاعم، التي تتولى الدفاع عن الجسم ضدّ أيّ عدوى محتملة. إضافة إلى ذلك، تحتوي هذه العقدة على حواجز من النسيج الغشائي يستطيع اللمف المرور عبره، لكنّه يعمل كشبكة تلتقط الجراثيم وغيرها من العوامل الغريبة: إنّها اللحظة التي تغتنمها اللمفاويات للانقضاض عليها وبلعمتها. تتكوّن العقدة في نقطة التقاء عدد من الأوعية اللمفية، وتتجمّع دائماً في أماكن محدّدة.



ب

وعاء لمفي صادر

عُقدة لمفية

انبساط diastole: حركة توسع يمتلئ فيها القلب بالدم الذي يصل إلى الأذنين عبر الأوردة الجوفاء والرئوية الكبيرة.

انقباض systole: حركة تقلص تدفع الدم خارج القلب.

أيونات ions: ذرات أو مجموعات من الذرات أو جزيئات تكتسب شحنة كهربائية نتيجة ربح أو خسارة عدد من الإلكترونات.

بلازما plasma: سائل صافٍ يشكل القسم الأكبر من الدم واللحم وتتعلق فيه الخلايا الدموية.

جراثيم bacteria: كائنات مجهرية وحيدة الخلية نجد منها أنواعا كثيرة. مختلفة. بعض الجراثيم نافع في الزراعة وبعضها الآخر يتسبب بالأمراض، ومنها ما يساهم في عمليات الاختمار والتفسخ، الخ.

جُزْيء molecule: تجمع من الذرات يشكل أصغر جزء من المادة غير الممزوجة يمكنه التواجد بشكل حر دون فقدان خصائصه (خصائص المادة غير الممزوجة).

سيتوبلازم cytoplasm: مادة خلوية تحيط بالنواة وتحتوي على بنية تجري فيها معظم العمليات الخلوية الحيوية.

طحال spleen: عضو لمفي وعائي كبير الحجم يقع في الجهة اليسرى من جوف البطن، تحت الحجاب. يرشح الطحال الدم ويسحب منه الخلايا الهرمة أو المتلفة.

ظهارة epithelium: طبقة من الخلايا تغطي السطح الباطني أو الخارجي لأعضاء الجسم.

غضروف cartilage: نوع من النسيج العضوي يدعم بني الجسم ويتمتع بمرونة أكبر من العظم.

فبرين fibrin: بنية دعم تشكل شبكة، تُعرف بالجلطة، تُخَبَس فيها كريات الدم الحمراء، فتشكل سدادة تحول دون خروج الدم.

قيح pus: سائل أبيض ضارب للصفرة يتكون عندما تموت الكريات البيض في محاربتها للجراثيم الغازية. ويتألف القيح من كريات بيض مية وجراثيم مية وحية وبقايا خلوية تسبح في اللحم.

مخاطية (أو غشاء مخاطي) mucosa: نسيج يغطي باطن أجواف الجسم، كما تغطي مثلاً المخاطية الفموية جوف الفم.

هيموغلوبين hemoglobin: بروتين يتواجد داخل الكريات الحمر ويتكون من أربعة جزيئات تحتوي على الحديد، يتحد بها الأكسجين لينقل في الدم.

المحتوى

16	الدم	
18	الكريات الحمر والكريات البيض	
20	القلب	4
22	الشرايين	6
24	الأوردة	8
26	الدوران الشعيري	10
28	الدوران الرئوي	12
30	الجهاز اللمفي	14
		المنخران
		البلعوم
		الحنجرة والحبال الصوتية
		الרגامى والقصبات
		الرئتان
		القسييات والأسناخ والتبادل الغازي

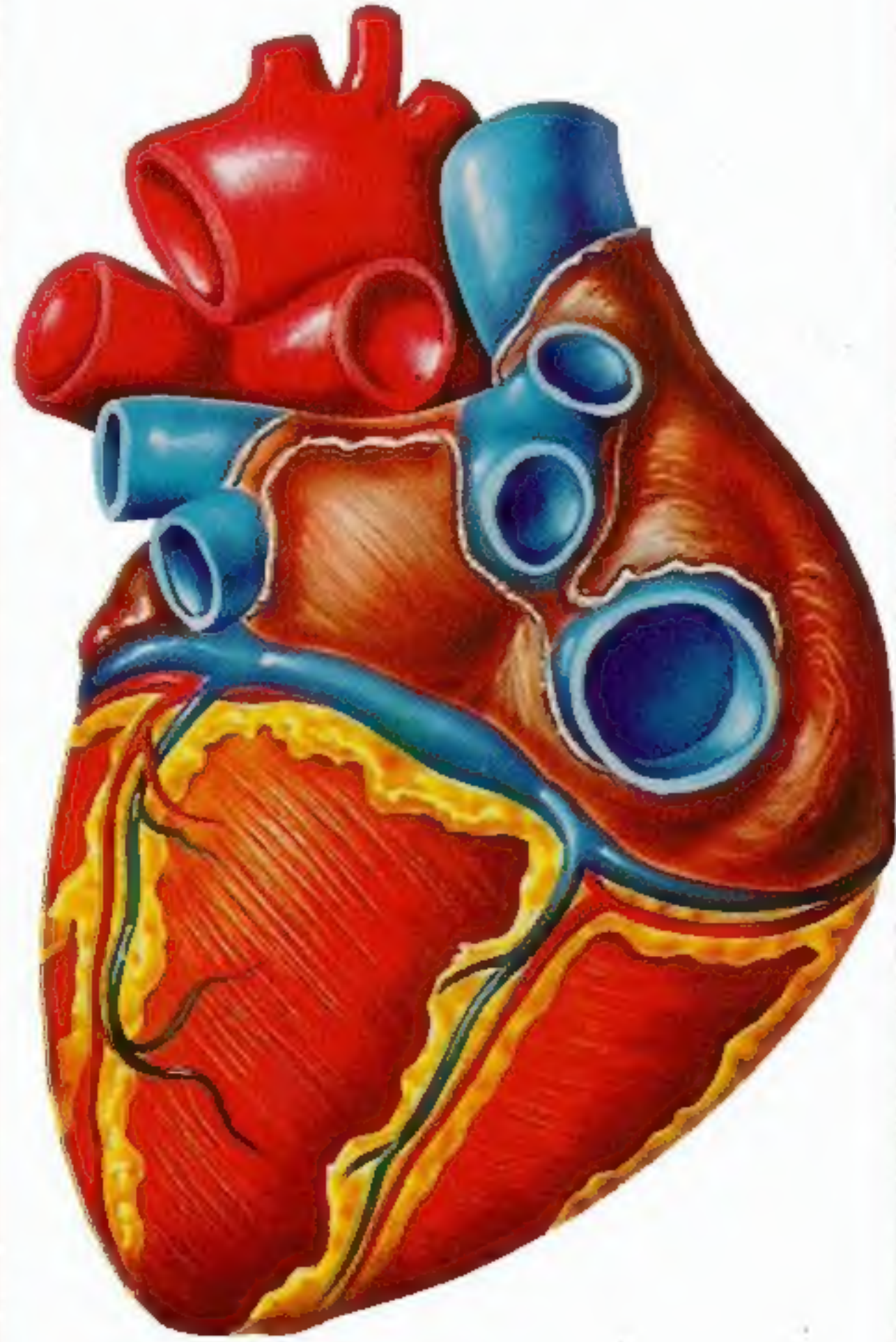


and this will be the end of the world, and the world will be a better place, but the world will be a better place, and the world will be a better place, and the world will be a better place.

التنفس والدم

في هذه السلسلة

- العضلات والعظام
- الهضم والتوالد
- التنفس والدم
- الجهاز العصبي



سلسلة «جسم الإنسان» مجموعة من الكتب
تعرفك، برسومها التفصيلية الملونة، بأسرار
الجسم وتركيب أعضائه ووظائفه.
والكتب الأربعة التي تؤلف المجموعة تعرض
لشكل وبنية وعمل العضلات والعظام، والجهاز العصبي،
وكذلك لعمليات مختلفة في الجسم مثل الهضم
والتوالد والتنفس، والدورة الدموية، وقد استعملت
فيها لغة مبسطة ولكن لا تخلو من الدقة العلمية.

في كتاب
«التنفس والدم»
يمكنك أن تكتشف،
بين أمور أخرى
مشوقة،
كيف تأكل
وتتنفس
وكيف
وكيف تنشأ
في آن واحد،
يتأكسج الدم،
ضربات القلب،
ولماذا يجري الدم دائماً في الاتجاه الصحيح.
كما أن هذا الكتاب سوف يبين لك
كيفية عمل الجهاز التنفسي
والدورة الدموية في جسم الإنسان.

